ハレー彗星の科学

的川泰宣

新潮文庫
〔草〕三三八-1
480

的川泰宣 著

ハレー彗星の科学

星空のパスワーク

新潮文庫

カバー 写真 倉嶋正彦
A・D INO企画・古村勝美

1986年3月、長い孤独な旅を終えたハレー彗星が、76年ぶりに母なる太陽のもとに帰ってくる！　遠来の客を出迎えるべく飛びだしてゆく欧・米・ソ、そして日本の探査ロケット。宇宙を舞台に、壮大なドラマが今、静かに始まろうとしている——国立宇宙科学研究所のスタッフとして実際にハレー探査計画に携わる著者が、最新の知識と情報をもとに書き下ろしたハレー彗星とその探査計画のすべて。



ISBN4-10-133801-9 C0144 ¥480E 定価480円

カバー印刷　錦明印刷

今月の新刊

'86年３月、ハレー彗星がやってくる！　探査計画当事者による書き下ろし最新ハレー情報。

今月の新刊

新潮文庫
〔草〕三三八＝1＝
480

新潮文庫

今月の新刊19冊

王国への道	遠藤周作	400
日曜日の万年筆	池波正太郎	320
古都旅情	瀬戸内晴美	360
日本のおんな 天の花 地の星	平岩弓枝	280
絵巻	永井路子	320
悪徳もまた	宇野千代	200
結婚の資格	藤原審爾	360
やァ奥さん こんにちは	鈴木健二	280
トットのピクチャー・ブック	黒柳徹子 武井武雄絵	400
パリ・東京井戸端会議	岸惠子 秦早穂子	360
スペイン子連れ留学	小西章子	360
母の台所 娘のキッチン	藤原房子	320
東山魁夷小画集 森と湖と	東山魁夷	440
ハレー彗星の科学	的川泰宣	480
ザ・チャンピオン・テニス	本條強	520

プロ野球グラフィティ '84(全四冊)

読売ジャイアンツ	新宮正春編著	440
阪神タイガース	山際淳司編著	440
西武ライオンズ	海老沢泰久編著	440
12球団全ガイド	佐々木信也編著	440

ISBN4-10-133801-9 C0144 ¥480E 定価480円

ハレー彗星の科学

新潮文庫

ハレー彗星の科学

—星空のパスワーク—

的川泰宣著



新潮社

ハレー彗星の科学

的川泰宣著



新潮文庫

ハレー彗星の科学

—星空のパスワーク—

的川泰宣著



新潮社版

3109

ハレー彗星の科学

●星空のパスワーク

●はじめに・中村浩美——6

第一章
ハレー彗星が来た日
一、一九一〇年——12
二、めぐり逢う日——41

第二章
星ぼしとの対話
一、星空のパスワード——60
二、彗星のうたがきこえる！——84
三、彗星のすがた——97

第三章
ハレーのそばへ！
一、パドヴァの誓い——116
二、カミカゼ・ミッション——126
三、金星経由ハレー行き——140
四、よみがえる星条旗——150
五、カノープスの見える丘——163

第四章
観測と仮説のデュエット
一、もう一つの惑星系——186
二、さまざまな仮説——200
三、ある彗星の生涯——211

エピローグ
ハレー探査の舞台裏
一、群像——218
二、巨大化の路傍で——223

●あとがき——231
●解説・佐貫亦男——234

●協力＝宇宙科学研究所／斎藤馨児（東京天文台）

星空ロマンの狩人（ハンター）たち

中村浩美

空気が凜（りん）としていた。空気が熱れておらず、硬質で、透明感がある。いかにも天文台にふさわしい。パロマー山を訪れた、私の第一印象である。

TBS（東京放送）の特別シリーズ番組「宇宙と人間」のキャスターとして、一九八三年五月、私はパロマー山のヘイル天文台を訪れた。カリフォルニア工科大学のデビッド・ジェウィット、エドワード・ダニエルソン両氏に、インタビューするためである。二人は、ここパロマーの二〇〇インチ反射望遠鏡を使って、太陽系を巡る長い旅から還ってくるハレー彗星（すいせい）を、八二年の秋に見つけたのだった。よく晴れた日だったけれど、標高二〇〇〇メートル近いパロマー山の上は、肌寒いほどだった。夜になると、南カリフォルニアの五月とは思えないほど、冷え込んだ。ここで深夜、何時間にもわたって星空を観測するのは、並大抵のことではないなと実感させられた。

この二人は、本書の中でも述べられているように、ノッポのジェウィット、ふとめのダニエルソンという凸凹コンビだ。ともに飾らない服装で、気さくな感じだが、ジェウィット君はどちらかというとひょうきん、ダニエルソン氏はカタブツという印象である。絶妙

の組合せだ。天文台のドームのまわりを散歩しながら、天文学者にとって最も重要なものは何ですかと、私はたずねた。長期間の観測に耐える忍耐心とか、星ぼしに対する憧憬（どうけい）とか、天文学者にふさわしい資質についての（言い換えればテレビ番組のコメント向きの）答を期待しての質問だった。ダニエルソン氏は、一瞬まじめに考える顔つきをしたが、ジェウィット君はあっさりとひと言「高性能の望遠鏡」と答えた。私の真意をはぐらかし、そう答えた彼の言葉に、若くして偉業を成し遂げた者のはにかみを感じて、私は好感を抱いた。ロマンチストであることに、照れているのじゃないかなとも思った。

その後、カメラの前での正式なインタビューの際に、彼らはハレー彗星の検出一番乗りに成功したのは、三つの幸運に恵まれていたからだと語った。その第一は、パロマーの二〇〇インチ反射望遠鏡を使えたこと、第二に、当日は気象条件に恵まれ大気の状態が良かったこと、そして第三に、CCD（電荷結合素子）撮像装置という画期的なシステムを使えたことだという。これを聞いて、現代の天文学者は、リアリストでもあらねばならないのだと理解できた。先のジェウィット君の答も、半分以上は本音だったのかも知れない。しかし、いかに現代の科学技術を駆使するにしても、星ぼしとダイアローグを交わす人々の本質は、ロマンチストだと私は思っている。

さて、この本の中で私にとって最も印象的なのは、〝星空のパスワーク〟に始まる「星ぼしとの対話」の章である。一六世紀、一七世紀のヨーロッパで、天文学や理論のパスワ

ークをくり広げた、星空ロマンの狩人(ハンター)たちの心は、科学技術が爛熟期を迎えようとしている現代にも、脈々と生き続けていると思う。星空ロマンの狩人(ハンター)たちの系譜は、ジェウィット、ダニエルソン両氏へ、また世界各国でハレー彗星探査機の準備に余念がない、宇宙開発のスペシャリストたち、自慢の望遠鏡を磨きながら、ハレー彗星の接近を待ちうけるアマチュアのコメット・ウォッチャーたちへ、連綿とつながっているのだと思うのである。これからは、世界的規模で、専門家からアマチュアまでをメンバーに、情報のパスワークが展開されることになるのだ。

ところで、ジェウィット、ダニエルソン両氏の快挙を支えたのは、JPL（ジェット推進研究所）のドナルド・ヨーマンス博士による軌道計算だった。博士が計算したハレー彗星の軌道予測に基づいて、二人は二年間にわたって星空を眺め続けたのだった。この検出成功によって、軌道計算の正確さもまた実証されたことになる。そのヨーマンス博士には、一九八三年一二月に鹿児島で会うことができた。IACG会議出席のため、来日した際のことである。

IACGとは、ハレー彗星探査のための関係機関連絡協議会のことで、宇宙探査機を使って探査・観測を実施する、ESA（欧州宇宙機関）、インターコスモス（ソ連東欧宇宙連合）、NASA（米航空宇宙局）、わが国の文部省宇宙科学研究所、そして地上から観測を行うIHW（国際ハレー彗星観測計画）の各機関が、探査・観測計画や協力体制について話し合うものだ。八一年以降、関係各国持ち回りで毎年開かれており、第三回の八三年

は宇宙研がホスト役を務め、日本で開催された。

ヨーマンス博士は、IHWのメンバーの一人として、この会議に出席していた。紹介されて驚いた。彗星軌道計算の大家というから、どんな人かと思っていたら、端正な好青年であった。気さくに例の凸凹コンビとの、連係プレイについて語ってくれた。

IACG会議では、各国のハレー探査・観測のスペシャリストに、会うことができた。いずれも「ハレー彗星を歓迎するパーティーの準備に余念がない」世界の頭脳である。彼らに共通していたのは、ハレー彗星について語る時の、瞳(ひとみ)の輝きであった。あれこそ、星空ロマンの狩人(ハンター)であることの証左だと、私は思っている。そして、私のことを、ハレー歓迎パーティーの一員として遇してくれたのが、とてもうれしかった。

星空ロマンの狩人(ハンター)、日本代表は、プラネットA計画の責任者である平尾邦雄教授を筆頭とする、宇宙科学研究所の皆さんだ。私がキャスターを務める、TBSの「宇宙と人間」シリーズのハレー彗星特集製作に当たって、宇宙研の皆さんには多大のご協力をいただいている。平尾教授や、この本の著者である的川さんは、私たちにとって最高のアドバイザーであるとともに、（僭越(せんえつ)ながら、あえて言わせていただくなら）良い飲み仲間でもある。内之浦で、鹿児島で、そして東京で、幾度グラスを交わしたことか。ロマンの狩人(ハンター)たちは、星空だけではなく、琥珀(こはく)色のグラスの海にもロマンを見出(みいだ)すようである。その点では、私も立派にロマンの狩人(ハンター)の資格があるようだ。

（航空・宇宙ジャーナリスト、TBS「宇宙と人間」キャスター）

1910年のハレー彗星は、その巨大な
青白い光を日本の空にも輝かせた。

第一章◉ハレー彗星が来た日

一、一九一〇年

◉恐るべき接近

一九〇四年――

ドイツ天文協会は、迫り来るハレー彗星（すいせい）の回帰にあたって、次のような広告文を『天文ニュース』に掲載した。

「ドイツ天文協会はつぎの懸賞問題を提出する。すなわち、ハレー彗星の次期の回帰についての最も優れた予報推算を望む。その際、一八三五年の出現を出発点として使うこと。

A・F・リンデマン氏の設立した賞金は一〇〇〇マルクである。応募書類は匿名とし、文はドイツ語・フランス語・英語またはイタリア語で明瞭に書き、ページをつけ、封筒に密封すること。封筒の表紙には応募原稿をあらわす適当な題句を書き、封筒内には著者の氏名と住所を書くこと。締め切りは一九〇八年一二月三一日、送付先はライプツィヒ天文台内天文協会。応募作の審査の結果は天文協会の季刊誌及び天文ニュースに発表する。なお、受賞作は天文協会の所有となる。

ミュンヘン・ベルリン・ポツダム

1904 Okt. 28.
1904 OQ 6h47m1 23h32m9 −13°12′ 12.0 G
Der Planet ist stationär
1904 Nov 5.
1904 PB 8 0: 2 36.6 +0 18 11.0 G
Den Planeten 1904 PF habe ich vergeblich gesucht.

(335) Roberta 9h42m6 2h26m9 +6°15′ 12.5 G
(17) Thetis » 2 27.0 +5 16 10.6 »
1904 PB » 2 35.9 +0 5 11.0 »
1904 PC » 2 37.4 +7 33 12.0 »
(319) Leona habe ich vergeblich zwischen 3h56m und 4h20m (1855.0) gesucht. — G = *P. Götz.*

Gr. Astrophys. Observatorium Königstuhl-Heidelberg, 1904 Nov. 7. *M. Wolf.*

Preisaufgabe der Astronomischen Gesellschaft.

Der Vorstand der Astronomischen Gesellschaft stellt folgende Preisaufgabe:

»Es wird eine möglichst scharfe Vorausberechnung der nächsten Erscheinung des **Halleyschen Kometen** verlangt, hierbei soll als Ausgangspunkt die Erscheinung von 1835 dienen.«

Der von Herrn A. F. Lindemann gestiftete Preis beträgt eintausend Mark. Die anonym einzureichenden Bewerbungsschriften müssen in deutscher, französischer, englischer oder italienischer Sprache verfaßt, deutlich geschrieben und paginiert, ferner mit einem Motto versehen und von einem versiegelten Umschlag begleitet sein, der außen das Motto der Arbeit trägt und innen die Angabe von Namen und Wohnort des Verfassers enthält. Die Zeit der Einsendung endet am 31. Dezember 1908. Die Zusendung ist zu richten an die Astronomische Gesellschaft (Leipzig, Sternwarte). Das Ergebnis der Prüfung der eingegangenen Schriften wird in der Vierteljahrsschrift der Astronomischen Gesellschaft und in den Astronomischen Nachrichten bekannt gemacht. Die gekrönten Schriften werden Eigentum der Gesellschaft.

München, Berlin, Potsdam, Oktober 1904.
Der Vorstand der Astr. Gesellschaft
H. Seeliger, Vorsitzender *R. Lehmann-Filhés*, *G. Müller*, Schriftführer

ドイツ天文協会が出したハレー回帰予測の懸賞問題。
（天文ニュース No.3977、1904年）

一九〇四年一〇月

ドイツ天文協会理事長

H・ゼーリガー」

この一〇〇〇マルクの賞金と学者としてのプライドをかけて、貧弱な卓上計算機を駆使し、不眠不休の計算が世界各地で開始された。

一九〇九年――

『ハーバード大学速報』、有名な科学雑誌『ネイチャー』、『フランス天文学会速報』などで、一部の学者が、地球の方から見ると一九一〇年にハレー彗星が太陽面上を通過し、そのときハレーの尻尾（しっぽ）に地球が包まれるかもしれない、と発表した。

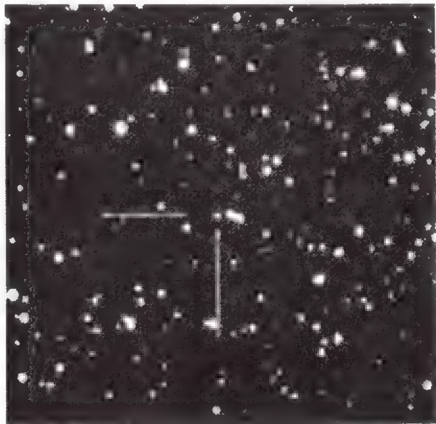
当時、彗星の尾からは炭素と窒素でできているシアンがすでに発見されていた。シアンは、青酸カリなどの毒物をつくる分子のかけらである。

「地球がハレーの尾の中に突入する！」

世界中にニュースがひろがり、人びとに恐怖と興奮をまき散らした。
「シアンで地球上の生物が毒死するかもしれない！」
「ハレー彗星の尻尾が地球の空気を吹き飛ばすかもしれない！」
ヨーロッパで冗談まじりに言われた「地球の危機」という言葉が、噂という最大の味方を得て、恐れをさらに増幅していった。
著名な天文学者たちが、
「危険はない」
と、再三はっきりと言明したにもかかわらず、恐怖の勢いがとまる兆しはなかった。
アメリカのシカゴ市内では、シアンの侵入を防ぐため、戸のすき間やカギ穴をふさいだり、酸素室を用意したりする連中があらわれた。
アメリカ南部では、この恐怖から迷える小羊を救いたまえ、という黒人の祈禱集会が開かれ、「彗星よけの丸薬」までが売りに出された。洞窟を掘る人もいた。
ハンガリーでは、お祈りをして貰おうと思った農夫が、特別祈禱料を請求され、絶望のあまり自殺した。

◉ハレー発見！

一九〇九年の九月一一日、「ふたご座」南西から「オリオン座」北辺に近づきつつある「噂のハレー彗星」が、ついにドイツの天文台の写真にとらえられた。発見者はマック



1909年９月13日のハレー彗星（リック天文台）――ドイツのハイデルベルク天文台が見つけて２日後のハレー彗星ということになる。

ス・ヴォルフ。たまたまそのハイデルベルク天文台を訪れていたフランスの天文学者フラマリオンの述懐――
「この練達せる天文家の信頼を得て、遠い宇宙の彼方からの訪問者の姿を、まだよく乾いてもいない写真原板上にこの眼で見せてもらったことは感激であった」
ハレー発見！　世界へ電報がとんだ。
ところが……
日本へは電報が来なかった。ハレー発見が日本で一般に公表されたのは、ヴォルフが発見してから一カ月以上を経た一〇月二〇日の時事新報だった。
この日の時事新報は、「近着の外字新聞によれば……ハーレー氏彗星独乙にて発見」として、ヴォルフの発見を報じたが、「さらにこれを東京天文台に問い合わせたところ、……発見以来既に一個月を経過したる今日ま

で、我が天文台へも何等かの通知なくては叶わざるはずなるに、杳としてその事なきを以てすれば、その間多少の疑いなき能わず……」という歯切れの悪さである。

驚くなかれ、東京天文台は一カ月以上も世界のツンボ桟敷におかれていたのだ！

しかし一〇月二五日になると、日本の各新聞は、イギリスのケンブリッジ天文台で二一日にハレーをとらえたというロンドンからの電報を一斉に報じた。

そして一一月一二日、当時麻布にあった東京天文台が、ハレー彗星の微かな光をついにとらえた。

「……我東京天文台に於ても非常の熱誠を以て（観測を）行いつつありしが、去る一二日には約六時間半、翌一三日には約三時間、予定の通りの位置に於て、毛髪の如く天体写真に現われたり。……」（一一月一七日、東京朝日新聞）

こうして一九〇九年があわただしく暮れようとしていた大みそか、黒岩涙香の主宰する『万朝報』にのんきな記事が載った。

「想像小説を募る。ハレー彗星の尾が地球の空気を酸素過多なるに至らしむれば、人類は心自ら引き立ち、……本社は右の仮定に基きて、築きあげたる想像小説を募る。万朝報社編集局」

「酸素過多」で「人類は心自ら引き立」つところが何とも黒岩涙香らしくて面白い。

◉恐怖の水先案内

一九一〇年が不気味に明けた。

一月半ば——

南天の「いて座」に突如大彗星が現われた。一月一二日、南アフリカ・トランスバールのダイアモンド鉱山の鉱夫が発見、一月一五日にはオレンジ共和国の鉄道工夫も発見した。ニュースが世界中に流れた。その後彗星は北上し、二〇日頃から世界のどこでも観測できるようになった。明るさは金星をしのぎ、昼間でも見えた。人は「昼間のほうき星（Daylight Comet）」と呼んだ。長い尾をなびかせて、彗星は天球上を北東へ移動、やがて視界から消えていった。

当時甲府中学の英語教師だった野尻抱影は書いている。

「一月二三日（明治四三年）のことで、日の入りは五時少し前。それから二、三〇分も過ぎた時分と思う。騒いでいる人声や、かけ出す下駄の音で、何事かと私も往来に出た時はまだ明るくて、雪を灰汁色に塗った南アルプスがはっきり見えていた。……間の岳の空に長さ二〇度ほどの銀の棒のような光りものが直立していた。見ている間にも雪の峰の方へ近づいて行くのがわかった。

みんな口々に、ほうき星だといっていた。それに相違ない。ハレー彗星だという声も聞えた。……しかし、ハレー彗星が見えるのは四月頃のはずで……この彗星ではない。……



1910年１月に突如現われた大彗星1910Ｉ。（リック天文台）

やがて私も山国の五月の暁天にサーチライトのようなハレー彗星を発見したが、この方は青白くぼやけて毎夜遠ざかる魚形水雷のような姿が目に浮ぶだけで、夕空に直立して輝いていた先駆の大彗星の方がずっと鮮かに思い出される」（『星三百六十五夜』恒星社）

一九一〇Ｉと名づけられたこの大彗星で、ハレー熱はさらに高まった。人びとの恐怖もふくれ上がっていく。

●最接近へのスパート

一九一〇年一月——

「茨城県下にて彗星落下・人類死滅の迷信は、その後益々諸方に蔓延し、殊に鹿島大同村及び中野村地方の愚民らは男女老若の差別なく、一日仕事を休み、赤飯を炊きて七社詣でをなすより、鉾田警察署長らは目下迷信打破に就き苦心しおれり」（一月二九日、東京朝日新聞）

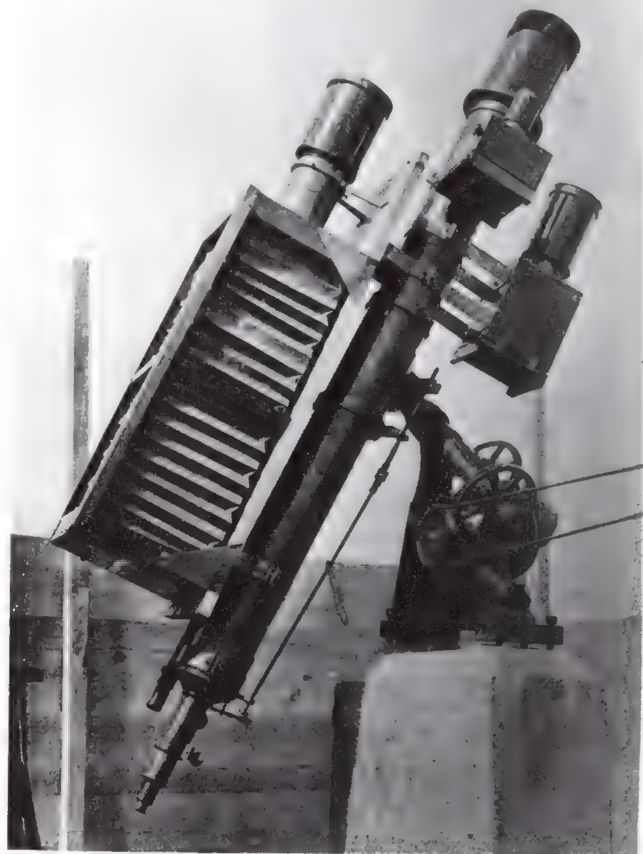
二月になると双眼鏡で見えるようになった。

四月一〇日、東京天文台から、当時日本の植民地だった中国東北地方の大連（現在の旅大市）に向けて観測班が出発した。日本よりも天候が良く観測に好条件だからである。観測班は、大連市の東三キロメートルほどの所にある寺児溝という小部落の中のコーリャン畑に、観測所を設営した。海抜二五メートルの崖の上だった。

四月二〇日、ハレー彗星は近日点（太陽に最も近づく点）を通過した。四月末になると肉眼で見えるようになり、彗星が太陽面を通過するのが五月一九日、地球最接近が五月二〇日、そしてこの頃、地球がハレーの尾に入ると推定された。

肉眼で見えるようになると、人びとの恐怖は大変現実味を帯びてきた。

五月一五日、サンフランシスコ・クロニクル紙のトップ記事には、ハレー彗星が来て心を入れかえた男のことが報じられた。呑んだくれの遊び人が突如女房孝行を始めた！



ハレー彗星観測のため東京天文台が大連市の近くに設置した観測機器。

ニューヨークでは「彗星パーティー」なるものが大流行し、シアンの汚染で死ぬまえに思い切り乱痴気騒ぎをやってのける一群の人々がいた。

ロサンゼルスでは、「シアンのにおいを嗅いだ」という人が多数現われたり、また彗星に電話をかけようとして木にのぼり、落ちて死ぬ人まで出てくる始末だった。

日本の彗星報道もつづく。

「韓人は彗星の出現を以て李朝滅亡の兆と為し、痛く悲観し……」（五月一八日、東京日々新聞）

「京城発。韓人の恐怖は頂上に達し、李朝滅亡の期迫れりと唱え、地方民の多くは殊更遊逸に耽り居れり」（五月一九日、東京朝日新聞）

ここには、彗星を災厄の兆と見る眼がある。この年の八月、韓国は現実に日本に併合されたのだった。

「愈々一九日、彗星と地球と衝突」（五月一九日、国民新聞）

「愈々今日彗星の尾に包まれる」（五月一九日、二六新報）

五月一九日。彗星が太陽面を通過する日である。

「私は小学校四年生でしたが、この朝は大変緊張して登校しました」

当時秋田市郊外に住んでいた元ダイヤモンド社社長・石山皆男氏（東京・調布市在住）の述懐である。日本中の小学生がそうだったのだろう。

この日、天気予報は遠州灘に台風が来ると予報していた。朝のうちは曇っていたが、ハ



云ふ日本の天文臺は太だ情ない次第だ。東京天文臺の望遠鏡は口徑八吋である。英國グリーンヰッチ天文臺のそれは口徑三十六吋もあり、合衆國のそれは四十二吋あつて世界第一の稱呼を擅にして居る。天文臺の一員嘆じて曰く「軍艦を一艘造る金があれば天文臺を新設しよあらゆる良機械を購入し得る、軍艦一艘の維持費は天文臺員三百人位は養つてゆける日本の天文家は情けない」と同感々々。

▲臺員擔任の分野　午前十時より臺員各自其擔任室に入つたが其分擔は左の如くである。

▲第一號赤度儀　寺尾臺長、一戸理學士、
▲第二號赤度儀　小倉理學士
▲太陽寫眞、高橋助手、戸田助手
▲天体寫眞、平山博士、戸田助手
▲分光機室　平山博士

觀測は午前十時より午後一時四十分迄實に三時間と四十分間であつたが如何せん右の通りで大した發見もなく極めて平々凡々の裡に結了したのである。

▲氣象臺と彗星　丸の内中央氣象

化を認めなかつたと云ふ。

▲市民とハレー彗星　此一二ケ月以前から全世界の住民は迷信を附加してハレー星を迎へた、最後のドン●ヅ●マ●リ●になつた昨日の正午頃、東京の市民は山の手と言はず、下町と言はず、お役人さんも、番頭さんも、お孃さんも、下女も手ん手に燻硝子を持つて太陽を見て居た

時しあれば飛騨の深山の笹魚も
雲の上までのぼりけるかな

と詠じて　陛下の御前に奉りしとか承はる彼の小出粲翁も亦在世の砌り太く此の

さかなにも見む飛騨の笹魚

とありて其の他宋久世伯なども栄々都築師を前記の山村に訪ねて其の風流を賞でられたる由なり扨て此の「笹魚」は熊笹の茎が幾枚も重なり巻き合つて丸るで魚の如く梢に懸れるものにて此の笹魚は落ちて丹生川に流れて岩魚となる、とは里人が昔より傳ふる口碑なるが都築師この

1910年のハレー彗星接近のとき、日本の新聞は精力的な報道を行なった。とくに、ハレー彗星が太陽面を通過する5月19日前後は多くの紙面がハレー彗星にさかれた。この紙面は5月20日付の中外商業新報で、ハレーの太陽面通過を観測する人びとが描かれている。左端の人が手に持っているのはくもりガラスだ。記事からは、当時の人たちの驚きと恐れが伝わってくる。

（日本経済新聞社・提供）

レー彗星が太陽面を通過する一一時過ぎには晴れた。
ガラスにすすを塗って太陽を見る人が増えてきた。
不安と恐れを抱きながら、人びとは空を見上げた。

◉「空気の無くなる日」

★山間の美しい村。

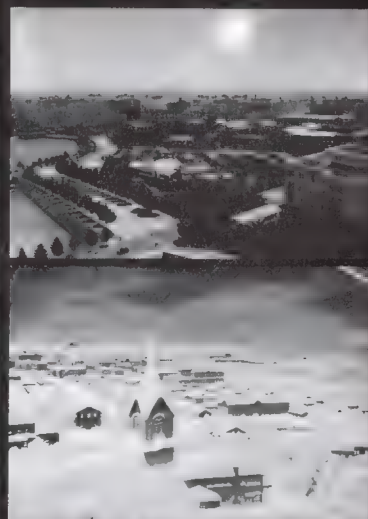
　村の小学校。

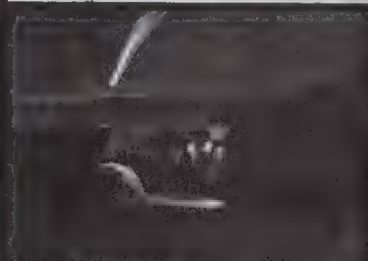
　山裾の木立の中に、古びて小さな校舎が、ポツンと建っている。

★職員室。放課後。

「どうじゃね、教頭君。今日の全校の（子供貯金の）成績は？」

「はあ、それがその、〆て七円九十七銭五厘でして、又前回より三十八銭五厘方減っとり





「空気の無くなる日」から。太陽が地球に近づくと灼熱の世界となり（上）、遠ざかると凍った世界になる（中）。ハレー彗星は地球に何をもたらすのか（下）。

ますんで……」
「そうか！　又減っとるかね」
　教頭先生は自分の責任のようにあわてて、
「はァ、何しろ、米一升が十五銭にもなりませず、百姓も困っていますんで……」
「一升十五銭じゃなァ、無理もないが……」
と、校長先生も弱って、嘆息される。そこへ小使の爺さんが、お茶を持って入って来る。
　校長先生は話題を変えるように、

「ああ爺さん、明日は又、郵便局へ頼むよ」
「へい」
★町の郵便局のある通り。
　古風な城下町の、のんびりした通り。うららかな日差しの中を、小使さんが小さな風呂敷包みを持ってやって来、郵便局の中に入る。
　やがて、小使さん出て来る。その出たところで、町の知合いらしい男に、パッタリ出会い、立話を始める。そこへ、又一人、町の男が加わり、何か熱心に話し合う。小使さんの顔に、次第におどろきの色が現われる。
★職員室。放課後。
　校長先生はじめ、先生方が、のんびりとタバコを喫ったりお茶を飲んだりして居られる。そこへ、小使さんがあわてて入って来て、
「校長先生、大変なことになりましたぞな！」
　校長先生は、飲みかけの茶碗をゆっくり下ろし乍ら、
「なんじゃ、貯金の金、落したのかや？」
「いいえ、金はちゃんと郵便局へ納めて参りやんしたが、それどころじゃないんで、どえらいことが起りますんで！」
「なんじゃ、どえらい事って？」
「実は、空気が無くなりますんで！」

「クウキ？　この空気がかや？」
　と、校長先生は、鼻の先の空気を右手で円くなでる。

……

　憶えている人もあるだろう。少しはしょったが、朝鮮戦争前夜の一九四九年に日本映画社で製作され、各地の劇場はもちろん、巡回上映で全国の小学校にお目見えした、映画「空気の無くなる日」（製作・石本統吉、原作・岩倉政治、脚色演出・伊東寿恵男）の導入部のひとコマである。

　空気が無くなるという大ニュースをはじめは笑っていた校長先生も、やがてハレー彗星の尾の中に地球が入るということ、その際、地球の空気が彗星の尾を防禦できない、という噂を聞く。空気が無くなるのは二〇日の正午から五分間だけという。校長先生、窮余の一策。

★校庭。

　一段高い段の上に、校長先生が立ち、その前に先生方と子供達が、学年別に整列している。校長先生は、大型の旧式の懐中時計を片手に持ち、それをにらみながら、
「用意！　ハイッ！　五秒、十秒、十五秒……」
と大声で怒鳴られる。子供達は、口を堅くむすび、緊張して、息をとめている。雪夫

やユミ子、大三郎や久一も、真剣に息をとめている。火野教頭はじめ、先生方も、真顔で息をとめていられる。しかし、物の三十秒も経たないうちに、先ず子供達から、次いで先生方も、皆、口を開けてしまう。
「いかんいかん、まだ一分にもならんぞ！　そんなことでは五分間は生き延びられん。さあ、みんな、もっと真剣に！　用意！　ハイッ！」
と声をはげまされる。子供達は、目をクッと開き、歯をくいしばり、顔面を充血させて力む。だが駄目だ、一分も保たない。

……

　五分間空気がなくなるという話は、子供の口から忽ち村中に拡がっていく。貧乏な雪夫の家もユミ子の家も、そして大金持の大三郎の家も、大騒ぎになってしまう。やがて、自転車のチューブや氷袋の中の空気を吸っていれば、五分間くらいは大丈夫ではないか、という考えが村中に拡まる。

★町の自転車屋。

　店先に人だかりがしている。その中の一人が、店の主人に話しかける。
「あのう、五分間吸う空気を入れとくにゃ、チューブは何個あったらよがんしょうか？」
　ずるそうな顔付きの主人は、無愛想に、

「まあ、一人三個から四個、大事をとって五個というところだろうね」
　他の男が、真剣な顔付きで、
「ほいで、そのチューブは、一個なんぼで売ってもらえますんで？」
　主人は、その男を見て、小馬鹿にしたように、
「百五十円」
　尋ねた男は、驚いて、
「ヘッ、百五十円！　あの、三日前までは一円二十銭じゃったのが！」
「高いと思う人は買ってもらわんでも結構。物は考え様、四百や五百の金で、人間一人の命が買えると思えば安いもんじゃ」

　こうして、自転車屋のチューブも、薬屋の氷袋も、ほとんど、金持の大三郎の父親に買い占められる。

★雪夫とユミ子の家の外。夜。
　雪夫が、家から走り出てくる。そして、ユミ子の家の方に近づき、
「ユーミちゃん！　ユーミちゃん！」
　と呼ぶ。家の中から、
「あーいよ」

　と返事があって、ユミ子が出てくる。
「なァに、雪ちゃん？」
「お前んち、チューブか氷袋買ったけ？」
「ううん、買わねッ。とても家中のもんに買ってやんねって、お父（と）云ってる」
「ほいで」
「ほいで、皆一緒に死ぬんじゃ」
　雪夫はうなずき、得心したように笑う。
「おれんちも、みんな死ぬんじゃ」
　と云い、雪夫は月の方を仰ぎ見ながら、晴々と大きな声で、
「死んでこましょッ！」
　と怒鳴る。

……………………

　そして運命の五月二〇日がやってくる。

★雪夫の家。内。
　晴着を着た雪夫、母親、赤ン坊、姉が、燈明を上げた仏壇の前に坐っている。そこへ、父親が野良着の姿で外から帰って来て、縁側に腰かけ、煙草を吸い出す。母親がそれ

を見て、
「もうそろそろ着物を着替えなさらんか？」
父親は、腰かけたまま、
「うん、どうもな、わしはほんとと思えんでな。このままでいるわ」
母親も強いてすすめない。あたりが静かになり、柱時計の音が次第に高く聞えてくる。
柱時計は十一時四十五分を示している。

★ユミ子の家。内。
一家の者が、仏壇の前に集まって、神妙に坐っている。

★大三郎の家。内。
大三郎や父親をはじめ、一家の者が、空気をはりつめたチューブや氷袋を並べ、時計を見つめて、坐っている。時計は十一時五十分である。

★野や林。
牛が二、三頭、静かに坐っている。
豚が四、五頭、黙って坐っている。
鶏が十四、五羽、集まって沈黙している。
野の草々が、動かず立っている。
林の木々が、ぴたりと静まりかえっている。

★太陽。
爛々たる太陽が、中天にかかっている。

★雪夫の家。内。
一家の者が、前のままの恰好で、じっと坐っている。時計の秒針の音が高く聞え、針は十一時五十九分を示している。やがて、その針がカタリと動いて、正午を指し、時鐘の音がゆっくり打ちはじめる。皆の顔にサッと緊張の色が流れる。

★ユミ子の家。内。
一家の者が緊張して坐っている。

★大三郎の家。内。
一家の者が、チューブや氷袋の口を口元に引きよせ、緊張して、時計をにらんでいる。
十二時二分である。

………………………

★雪夫の家。内。
時計が十二時二十分を示している。雪夫も、母親も姉も、少し緊張がゆるんでいる。
そこへ遠くで牛が鳴く声がきこえてくる。すると、縁側で、野良着のまま坐っていた父親が、突然、
「わッはッはッはッ、こりゃ、でっかい奴を一ぱい食わされたわい。わッハッハッハッ」
と笑い出す。母親も姉も雪夫も、互いに顔を見合わせて、
「ふふふ……」

「ふふふ……」
「ふふふ……」
　と笑い出す。雪夫は、
「なんだ、まだ生きてらァ」
　と云いながら、縁側に出て胸一杯空気を吸う。父親や母親、姉はなお笑いつづけているが、やがて、父親が、まず照れ臭そうに立ち上がり、
「さあ、田圃さ行くべえ、雪夫もすぐ来い」
　雪夫も、
「うん、すぐ行く」
　と言いながら、晴着を脱ぎ始める。

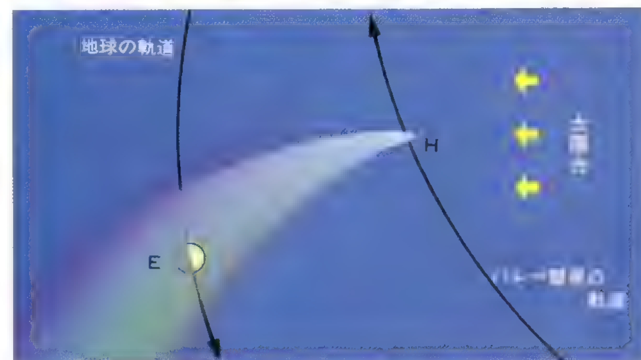
……………………

　原作者の岩倉さんによると、この「空気の無くなる日」にとりあげた出来事は、まったくの創作だということだが、当時の雰囲気を伝えてくれる数少ない物語のひとつだといっていい。
　事実は、この物語のとおりに進んだのである。一九一〇年五月一九日から二〇日にかけて、本当に空気は無くならなかった。
　前に述べた、秋田市郊外の小学校に、この日緊張して登校した石山皆男少年（当時）の

弁。
「正午を少し過ぎて本当に何も起こらなかったときは、みんな教室でホッとした表情をしていました。その日夕方になると、近くの丘に誰からともなく集まってきて、みんなで一緒に、長く尾を引いたほうき星を眺めていました。ほうき星は、絵の上手な人が書いたように、頭から尻尾まで実にきれいで、すぐそばの空の上に浮かんでいるように見えました。そこに居る人たちみんなが、何となく幸せそうな感じでした……」
　そして新聞報道でも、何も起こらなかったことがあちこちで明らかにされた。
　東京天文台には電話が殺到していた。
「此度の事件は一生一度の大事件とあって、少なからず市民の好奇心を昂めしかと見ゆ。朝来、天文台へ電話にて問い合わせるもの引きもきらず『どれだけ太陽面に入りましたでしょうか』とか『大丈夫危険はないでしょうか』と引っ切りなしに尋ね来て取次に出る小使は面喰っている」（五月二〇日、東京朝日新聞）
　あとで観測データを整理した結果、確かにハレー彗星の尾の中に地球がいたし、ハレー彗星は間違いなく太陽面を通過したことが分かった。
　ところが、五月一九日の午前一一時二二分から五分ないし一〇分ごとに五〇分間も写真をとりつづけた東京天文台の写真には、何ひとつ写っていなかったのである。
　ハレー彗星の核（輝いている頭の中心にある本体）が太陽面上を通過するとき、太陽面上に核の影ができて、その大きさや形が分かるのではないか、また光の吸収度から核の組



ハレー彗星が1910年に降交点を通る頃の彗星と地球の道筋。1910年5月19日に、ハレーの尾の中に地球がすっぽりと包まれている。



ハレー彗星の尾の中に地球が入った時の太陽・彗星・地球の関係位置。

成がある程度分かるのではないか、という期待は、見事に外れてしまった。当時の望遠鏡の解像度で判定できるほど、ハレー彗星の核は大きくなかった。またハレー彗星のあの美しい尾は、思ったよりもずっと稀薄なものだったのである。

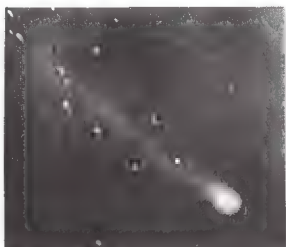
◉全天を横切る青白い尾

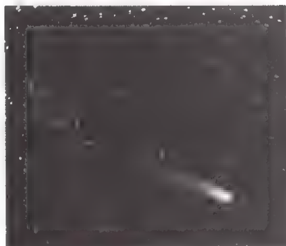
五月二三日夜半に、皆既月食がアメリカで見られた。カリフォルニアのホイットニー山(海抜四四〇〇メートル)に登って、その闇夜のもとでハレー彗星を観察した建築技師の手記。

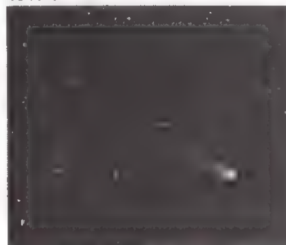
「彗星はすばらしかった。まるで、馬の尾が風に吹きながされるように見えた。あまり興奮していたので時間のことを忘れてしまった。もっと彗星について知っている誰かが一緒にきていたら……」(R・G・エイトケン『ホイットニー山頂から見たハレー彗星』太平洋天文協会会誌二二号)

このころ、ハレー彗星の尾の長さは一〇〇度を越していた。何も視界をさえぎるもののない所で、私たちに見える最も広い角度幅が一八〇度なのである。だから一〇〇度というのは凄まじい拡がりだ。月の明りに邪魔されず、これほどの見事なパノラマを見た人がまことにうらやましい。

日本からは、五月二〇日すぎがハレー彗星の眺めが一番よかった。全天をよぎるような青白い尾が観察された。


1910年６月１日


1910年６月６日


1910年６月７日


1910年６月１日

大連の日本観測隊がとらえた1910年のハレー彗星。

リック天文台がとらえた1910年５月29日のハレー。

当時旧制第六高校三年生だった内田百閒はちょうど郷里の岡山にいて、このハレーを見た。

「ハレー彗星は銀杏の右寄りの空に現われた。日が暮れて間もない闇の奥から、きらきらする見馴れない星が、うしろに長い光の尾を引いて、こちらに迫って来るようであった。尾の尖の薄くなった辺は、ぼんやり広がって、白い霧を吹き散らした様に消えている。私は尾の長さを自分の目で計って、一丈よりもっと伸びていると思った。

毎晩毎晩同じ姿が西の空に不気味な光を散らした。風の吹く夜は銀杏の頭が暗い空に黒い陰を仕切って、少しずつ動き廻った。その方に気を取られて、うっかり箒星の方に目を移すと、急に頭の星が光を増して、暗い銀杏の樹冠に飛びかかろうとしている様に思われた。

私は高等学校の三年生であった。当時は夏休みの変り目になっていたので、ハレー彗星の出たのは卒業する少し前であった。……」（内田百閒『凸凹道』桜菊書院）

ドイツ天文協会のハレー彗星の回帰軌道についての懸賞論文に応募したのは、結局たったの二編だった。イギリス・グリニッチ天文台のコーウェルとクロムメリン連名の「近日点通過」の予測が一九一〇年四月八日、もう一編の匿名氏の予測が五月二四日だった。現実には四月二〇日だったので、賞金の一〇〇〇マルクはコーウェルらの手にわたった。

受賞した二人の論文には、フランス・ノルマンディーの小村バイヨーの博物館に飾られている「一〇六六年ノルマン人侵入とハレー彗星」という有名なタペストリーに書かれて



マティルド女王のタペストリー。1066年のヘースティングスの戦いの時に現われたハレー彗星を描いている。

いる、Isti mirantur stellam（そこに星を視ておどろく）という題句がつけられていた、という。このふたりはさらに、フランス天文協会からジャンセン・メダル、オックスフォード大学から名誉博士号、フランス科学アカデミーからラランド賞を貰うという、いずれも大きな栄誉を受け、当時の天文学界の寵児となった。

ところで世の中にはまことに稀有の運命をもった人がいるものだ。アメリカの作家マーク・トウェーンは、あの一八三五年のハレー彗星回帰の年に生まれたことから、常づね自分で、

「オレはハレー彗星と一緒にやってきたのだ！」

とふざけていたが、驚いたことに、次の回帰の一九一〇年、ハレーが近日点を通過した二日後、忽然とこの世を去ったのである。あ

のトム・ソーヤーやハックルベリー・フィンといういたずら坊主たちを創造したトウェーンとはいっても、ちょっとジョークが過ぎるのではあるまいか！

ともかくハレー彗星は、マーク・トウェーンと共に去っていく。五月末からぐんぐん遠ざかり、六月になると尾は小さく薄くなり、やがて見えなくなった。ハレー彗星は、はるか海王星の彼方に向かって走りぬけていったのである。

二、めぐり逢う日

◉それからのハレー

一九一〇年（明治四三年）四月二〇日、地球上の人間どもの杞憂を横目に見ながら、ハレー彗星は太陽に最も近い点（近日点）を走りぬけた。秒速五五キロメートル。太陽からの距離は〇・五九天文単位（約九〇〇〇万キロメートル）である。この時は、ハレー彗星は黄道面（地球の公転軌道面）の上（つまり北）にあった。

五月一九日には地球軌道のちょっと内側で黄道面の下（つまり南）へ潜り込む。そしてその時、太陽面を通過。

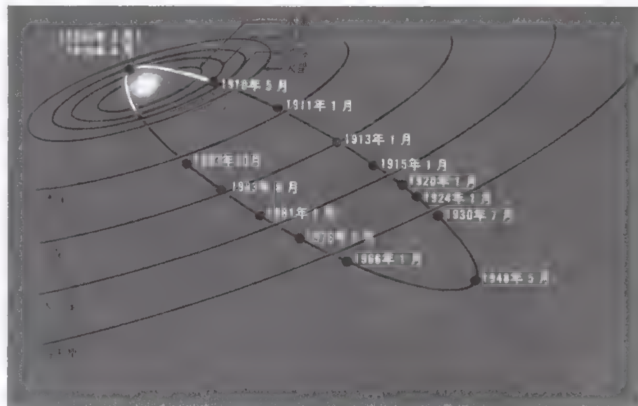
五月二〇日、地球最接近。

そして悲喜こもごもの地球をあとに、どんどん遠ざかっていった。

一体どこまで行ったのだろう？

ハレー彗星が太陽から最も離れた点を遠日点という。遠日点は、海王星の軌道よりもっと先にある。太陽からの距離は約三五天文単位。太陽もふつうの星の輝きにしか見えない暗黒・極寒の宇宙である。この遠日点をハレー彗星は一九四八年に通過したはずだ。

ほぼ円に近い惑星たちの軌道を横切りながら、ハレー彗星は細長い楕円を描いて太陽をめぐる。



1910年に太陽に最接近した後、再び1986年に最接近するまでのハレー。

遠日点でのスピードは秒速約九一〇メートル、マッハ二・七。ずいぶんゆるやかな速さだ。時に昭和二三年、日本では太平洋戦争が終わって三年目、主食米の配給がやっと二合七勺になった。この年、天才少女美空ひばりが「りんご追分」で全国のラジオにデビューした。太宰治の自殺。戦後初のオリンピックがロンドンで開催された。パロマー山天文台に二〇〇インチ（約五メートル）反射望遠鏡が完成したのもこの年であった。

ハレー彗星がわれわれに向かう旅は、それほど昔に始まった。太陽から遠く離れ、ゆったりとしたスピードだったハレー彗星も、遠日点を過ぎて向きを変えると、徐々にスピードアップ。一九八二年一〇月には、土星軌道のあたりを秒速一〇・二キロメートルで駆け抜けていた。

◉国際天文電報

一九八二年一〇月二二日、三鷹にある東京天文台のテレックスがカタカタと鳴り始めた。国際天文電報だ！

電文は暗号の部分もある。普通の文に直すとつぎのような内容だった。

「ハレー彗星をジェウィットとダニエルソンが検出。一九八二年の九番目の彗星に当たる。発見は八二年一〇月一六・四七五六九世界時。赤経七時一一分一・九秒、赤緯プラス九度三三分〇三秒。中心部光度二四等。恒星状。八〇分隔てて運動を確認。近日点通過予想時刻一九八六年二月九・三日。パロマー山天文台マースデン」

ハレー彗星が、またやってきたのだ。長い長い太陽系の旅から帰ってくるハレー彗星を、いつ誰が見つけるか、世界中の天文学者やアマチュア天文家が注目していた。

ハレー彗星を国際的な協力体制を敷いて観測しよう――ヨーロッパ、アメリカ、ソ連、日本では探査機や打上げロケットの開発・製作が始まっていた。

このように多くの人びとがハレー彗星を待ち望んでいたのだ。

カリフォルニア工科大学の大学院生ジェウィット君と主任研究員ダニエルソン氏は、パロマー山の二〇〇インチ望遠鏡に、感度のよい検出器を取りつけて、ハレー彗星を見つけた。

ふたりの快挙は、すぐにマサチューセッツのスミソニアン天文台にある国際天文連合天

```
2322307TAOMTK J
21 2237=00033
2322307TAOMTK J
ASTROGRAM CAM
ATTN KOZAI KOSAI
HALLEY 1932I COMET JEWITT DANIELSON
19502 21015 47539 07110 19/20 93303
/22400 09730 21373
VMAG 24.2 MOTION OVER 30 MIN
CONFIRMS PERIHELION 1936 FEB 9.3
PALOMAR MARSDEN 30CT21/1330Z

2322307TAOMTK JLLLLL
VIA WUI
```

OCT. 22. 1982

1982年10月22日に東京天文台に届いた「ハレー発見」の国際天文電報。

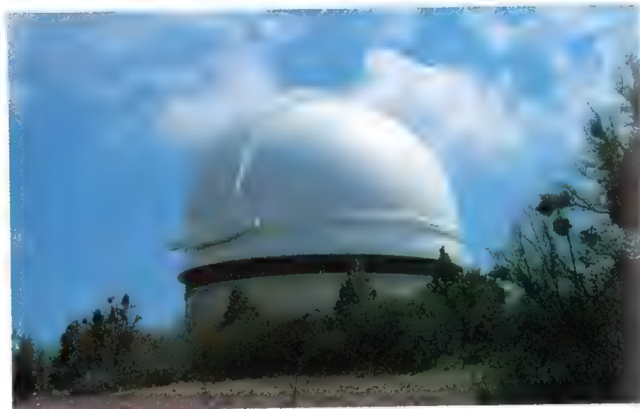
文電報中央局あてに打電された。

この中央局には、ブライアン・マースデンという人の好いイギリス人がいる。世界各地から飛び込んでくる発見電報を、この人が管理している。

「彗星の侍従」という異名を持つマースデン氏は、ハレー彗星発見のニュースを、早速全世界の天文台へ転電した。その中の一通が、日本の東京天文台のテレックスをたたいたのだ。

◉ジェウィット君のめがね

ロサンジェルスから海岸沿いのハイウェーを南下すること三時間、サンディエゴ寄りにエスコンディードという小さな町がある。人口二千人足らず。小粒だがきれいな町だ。しゃれたブティックやレストラン。驚いたことに、こんな小さな町にも日本の銀行が支店を



パロマー山天文台のドーム。

構えている。

パロマー山は標高一八七一メートル。磐梯山（一八一九メートル）よりもちょっと高い。偉大な天文学者ジョージ・エラリー・ヘイルが選んだ「空気のよいところ」だ。

「パロマー」はスペイン語で「鳩のすみか」を意味する。昔はこのあたりに旅行バトの大群が、空を暗く覆うほど飛んでいたという。

エスコンディードからパロマーへ、舗装された二車線の道が急勾配の登り坂でつづく。オリーブ畑がところどころにみえる。たまに近くにあるインディアン居留区の若いインディアンが歩いている。

登るにつれて空気が澄んでくる。一時間のドライブでパロマー山のドームが見えてくる。銀色に輝く大ドームが、青空をバックにすると小さく見える。

一九八三年の春、ＴＢＳ（東京放送）のテ



ハレー彗星を検出したアメリカのジェウィット(右)とダニエルソン。

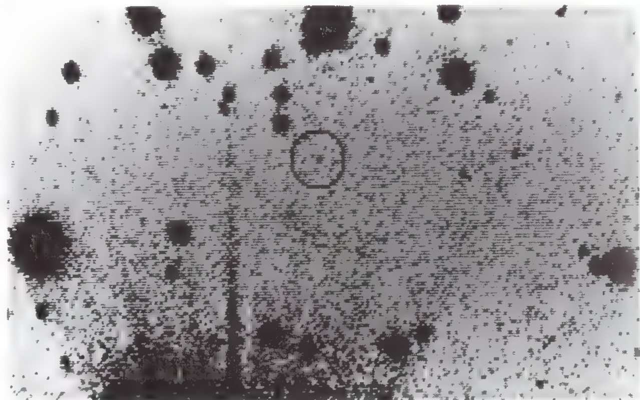
レビ番組「宇宙と人間」の取材班の車が、この坂道をのぼっていた。五月の陽光がまぶしい。

天文台ではジェウィット君とダニエルソン氏が待っていてくれるはずだ。ふたりとも観測がないときには、ロサンジェルスのカリフォルニア工科大学の研究室にいる。この日はTBSのためにわざわざ出かけてきてくれた。

取材班の前に現われたふたりは、まさに凸凹コンビだった。一九八〇年代のアボット&コステロ！　太って背の低い方がダニエルソン、やせて背の高いのがジェウィット。

太ったダニエルソン氏の話。

「私たちは二年間もハレー彗星を追いつづけたのですよ。参考にしたのは、ジェット推進研究所（JPL）のドナルド・ヨーマンスの軌道計算です。JPLはカリフォルニア工科大学が管理しているから、ま、同僚の気心の



パロマー山の望遠鏡がとらえたハレー彗星(円内：1982年10月16日)。

知れたヤツの計算に頼ったというわけです。

でも、同僚だからというだけではなくてね、ヨーマンスのハレー彗星の軌道計算は、世界中から正確なことで支持されてます。いろんな国が打ち上げる探査機の軌道計画も、ハレーの軌道については、ヨーマンスのものを使ってるって話ですよ。

強力なライバルがいました。ハワイの天文台にいたフランスのチーム、それにキットピーク天文台のアメリカ・チームですね。私たちのチームが勝てたのは、やはりパロマーの二〇〇インチ反射望遠鏡の力、気象条件に恵まれたこと、それにCCDがあったからでしょう」

CCDは電荷結合素子と呼ばれる強力な撮像装置だ。一つが数十ミクロン角という細かい画素を碁盤の目のように配置してあり、各画素ごとに、受けた光を電荷に変えてたくわ

える。写真乾板に比べて、CCDは光を長時間にわたって積算して蓄えることができるから、暗い天体でも観測ができる。各画素にたくわえられた光は、テレビの走査線のように順番に引き出され、画像が合成される。CCDは、天体観測における画期的な技術として、急速に全世界に拡がりつつある。

二〇〇インチ望遠鏡とCCDの結合——まさに「オニに金棒」の勝利であった。

いかにも冷静でもの静かなジェウィット君が、興奮気味に話す。

「CCDから画像をとり出してですね、その中にハレー彗星を発見した時はですね、嬉しくって嬉しくって。ピョンピョン飛び上がってしまいましたよ。そしたらめがねが鼻の先までずり落ちてしまって……」

はねたり、めがねをずり落としたりして、その時の様子を再現して見せる。感動の波が何度ジェウィット君の胸をよぎったことだろう。

二四歳のジェウィット君は、一九八三年六月、マサチューセッツ工科大学の助教授になった。もっとも、このたびのハレー彗星の検出とは関係ない（と本人は言っている）そうだが……。

マサチューセッツ工科大学と言えば、奇しくもこのパロマー山天文台の生みの親、ジョージ・ヘイルの出身校だ。

ともかくご両人、ハレー彗星の発見おめでとう！

そしてジェウィット君、就職おめでとう！

◉日本からハレーが見える日

行儀よく並んだ三ツ星のまわりを、ゆったりと保護者のように囲む四つの明るい星。三ツ星の下に神秘的な光のひろがりを見せる大星雲。そのオリオンが南天にかかる頃、オリオンに向かって左側に、プロキオンという一等星が見える。シリウスの上に、可愛らしく白くまたたいている。プロキオンは、こいぬ座の主星だ。

ハレー彗星は、この数十年間というもの、こいぬ座の方角にとどまっていた。

地球と太陽との平均距離は約一億五〇〇〇万キロメートル、これを一天文単位と呼ぶが、ハレー彗星が最も太陽から離れる距離は実に三五天文単位。こんなに遥か彼方にある時は、われわれがわずか一天文単位の半径で太陽を回りながらハレー彗星を見ても、それほど大きくはハレーの位置がずれていなかったわけだ。最も方角がずれた時でも、左バッターボックスと右バッターボックスからセカンドベースを見た時の方角のずれくらいしかない。

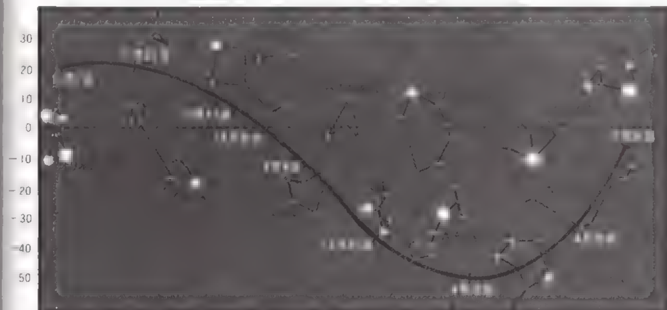
ところが今やハレーは近づいてきた。近づくにつれて、地球の公転がハレーの見え方に影響して来るようになる。ハレー彗星が派手に天空を移動して行く。地球の公転運動のおかげで、地球から見たハレー彗星の運動は、星図上では、らせんを描いていく。

ジェウィット君とダニエルソン氏が、ハレー彗星と感激の対面をした時、ハレー彗星はちょうど「こいぬ」の喉もとあたりを過ぎていたことになる。

が、まことに残念なことに、今回のハレー彗星は、地球からの観測条件がよくない。と



ハレー彗星は、星ぼしの間をぬって近づいてくる。ハレーが描いているらせんは、地球の軌道運動のためで、らせんはだんだん大きくなっていく。



1985年11月以降のハレー彗星の動き。1986年2月9日に太陽に最接近したあと、長い尾が発達する頃には、ハレーは南天へ移動してしまう。

りわけ、わが日本のある北半球はよろしくない。

一九八六年二月五日、ハレー彗星は、地球から見て太陽のちょうど向う側に来る（外合）。それからたった四日後の二月九日、ハレーは太陽に最接近する（近日点）。太陽の光が邪魔になる。この頃地球からは大変観測しづらい。しかもハレーのしっぽは太陽と反対方向に伸びているのだ。しっぽの観測も困難を極める。

近日点を通過した後、太陽から離れて長大な尾が発達する頃、ハレーは急速に南天へ移動、北半球からの観測はむずかしくなる。

そしてふたたび北天へ戻ってきたとき、ハレーはすでに光度の低いわびしい天体になりさがっているだろう。

このように観測の条件はよくないが、やはり一生に一度のハレー接近だけに、どうにかして見てみたい人は多かろう。そこで日本からのハレーの見え方について聞いてみた。

東京天文台の斎藤馨児（けいじ）の話——

「ハレー彗星が日本から肉眼で見えるのは、一九八五年秋と八六年春です。八五年秋は南のおうし座あたりに夜遅く、八六年春は南東の空低く明け方に見えます。尾が立派になり、彗星の姿全体が美しく見えるのは春の方です。

ただ彗星の見え方は普通の星と違います。普通の星は光る点として見えるけれど、彗星はボーッと光る雲のような感じです。つまりそうはっきりしたものではありません。

今度のハレー彗星の明るさは四等星程度ですから、ボーッとした光る雲のような感じで

す。だから都会ではまず見えません。都会の明るさがハレーの明るさを消してしまうからです。見るためには都会を離れないといけません。東京の人だったら、高尾山とか、そう伊豆半島とかに行ってみることです。天の川がぼんやりとでも見える所なら大丈夫です。

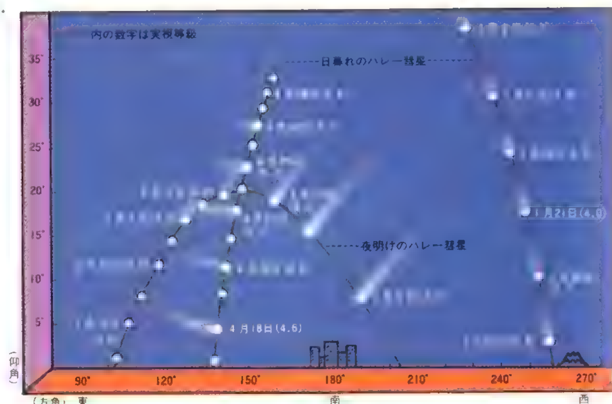
ハレー彗星の全体が美しく見える八六年の春は、南の空低く現われますから、できるだけ南へ行った方がよく見えます。ハワイの緯度あたりがいいんですけれどね……。

ハレー彗星を見るには肉眼がいちばんいいですよ。双眼鏡や望遠鏡を使うと、細かい所は見えるけれど明るさが落ちてしまうし、全体がよく見えません。前にも言ったように、ふつうの星は点ですが彗星は面です。それだけに肉眼で見た方が、全体の姿をしっかりととらえて見ることができるのです。

双眼鏡で見る場合には、倍率が六、七倍のごくありふれたものがいいと思います。倍率が大きくなると暗くなってしまいますから。双眼鏡で見た場合、頭の部分の真ん中に光る点が見えるでしょう。そのくらいの細かさで見えます。オペラグラスは駄目です。プリズム入りの双眼鏡を使ってください。

天体望遠鏡で見る時には、倍率は三〇倍以下で、明るさを重視してください。頭部の明るく光る部分がよく見えるし、中心が緑色に見えるはずです。でも視野が狭いので、一度に頭の全体や尾は見ることができません。

都会を離れた暗い所でも月があったらだめです。月の無い、よく見える時期を挙げてみると、



東京から見た場合のハレー彗星の位置。

一九八五年一〇月中旬〜下旬
　一一月中旬〜下旬のはじめ
　一二月上旬〜中旬
一九八六年　三　月中旬〜下旬

などでしょう。彗星は、今日見えても明日見えなくなったり、急に見えたりします。あきらめてもいけないし、油断してもいけません。何しろ七六年に一回だけ見ることができるハレー彗星です。よく準備して、その美しい姿を見てください」

日本には、各地に立派な天文台があり、世界のトップレベルを誇るアマチュアのコメットハンターが数多くいる。気象条件の変化が大きい日本としては、専門の研究機関の観測設備だけでは、十分な観測ができないだろう。それだけに、各地のアマチュアのデータが非常に貴重になってくる。

宇宙科学研究所では、ハレー彗星のすぐ近

くまで行く探査機「プラネットA」を打ち上げる。

プラネットAと地上観測の連携プレー、地上観測における専門家とアマチュアのコンビネーション――テンモン・ニッポンの名を世界に誇示するまたとないチャンスが近づきつつある。

◉その日のために

もちろん手ぐすね・目ぐすねの体制を敷いているのは日本だけではない。

一九一〇年から七〇年余の間に、彗星を観測する手段は長足の進歩を遂げた。

アメリカのウィルソン山の一〇〇インチ（約二・五メートル）、パロマー山の二〇〇インチ（約五メートル）、ソ連コーカサスの六メートルなど、口径の大きな望遠鏡が世界のあちこちにできあがり、ますます暗いものを、またますます遠くを見ることができるようになった。

シュミット・カメラという巧妙な手法が開発され、視野が広くブレのないすばらしい写真がとれるようになった。日本でもシュミット式の大きな望遠鏡が四つ、ハレーの到来を待ち構えている。

人間の目が感ずることのできる虹（にじ）の七色の光を「可視光」と呼ぶが、この可視光の波長に対する細かな分析技術もみがきがかかっている。

さらに、赤い色の外側にある目に見えない赤外線や電波などの波長領域でも彗星などを

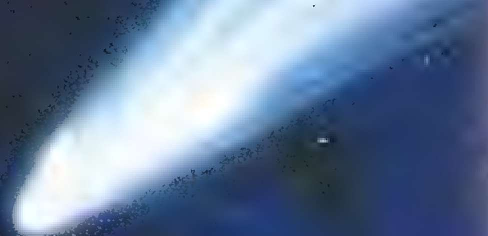
観測することができるようになった。

しかし急に出現した彗星に対しては、準備期間の不足もあって、可能なすべての観測をやりつくせない。その点今回のハレー彗星の場合は、十分な準備もでき、さまざまな波長域での地上観測を整えることができよう。

加えて、この七〇年余は、人類の「飛ぶ技術」が大きく飛躍した時期でもある。オービル、ウィルバーのライト兄弟の「フライヤー」が初飛行に成功したのが一九〇三年。今では飛行機は全く安定して飛ぶことができ、現在の位置を極めて正確に知ることができる。だから飛行機に観測機器を積んで、飛行機のどの辺にどのような向きに機器を設置したかが分かれば、観測したデータをきちんとした精確さで処理することができるようになった。

さらに最大の味方は、ロケットと人工衛星・惑星間探査機の登場である。スペースシャトルは、ハレー彗星用にいくつかの人工衛星や観測機器を打ち上げるし、ソ連・ヨーロッパ・日本はハレー彗星の近くまで行く探査機の発射準備を進めている。紫外線は地球の大気で吸収されてしまう。そこで人工衛星やハレー探査機では、地上で不可能な紫外線の眼でハレー彗星を見つめることも試みられる。

一九一〇年から見ると遥かに「進化」したウの目・タカの目で、これまで何千年も謎（なぞ）だったハレー彗星の正体を明らかにする大プロジェクトが、すでにはじまっているのだ。



惑星空間をかけぬける彗星は、その中に太陽系誕生のドラマを秘めているらしい

第二章● 星ぼしとの対話



一、星空のパスワーク

●悪魔の声

髪をなびかせた星が現われるとき
三人の王子は互いに戦い
平和は空から脅やかされ
大地はゆらぎ
ポー・タンプル・アンダン
蛇どもが国境に置かれる

これは一六世紀の稀代の占星術師ノストラダムスが書いた予言詩『諸世紀』の一節である。これが何を言おうとしているのか、素人の私にはとても分からない。ある「専門家」の解釈は以下の通りだ。

一九八六年、ハレー彗星が現われる時
米仏ソの三大国に操られる三国が互いに戦う
平和は空襲によってやぶれ
地上世界は破壊される
戦争はドナウ、チグリス、ユーフラテス、
そしてナイル河の領域で行われ
戦術核兵器が国境線に配備される

というのだ。これは大変だ！　呑気にハレー彗星へ探査機を送る準備をしている時ではないぞ！　しかしおかしいな、「米仏ソ」というのは、探査機をハレー彗星へ送りたいと思ってる国だぞ……。

彗星と人間との出会いは古い。ある日突如として長い尾を引きながら姿を現わし、傍若無人に天空を横切り、やがて忽然と消えて行くこの神出鬼没の物体を、古代の人びとは、恐れと驚きをもって眺めたことだろう。

彗星は、悠久不変の天の秩序を乱すもの、災厄をもたらす不吉な現象と信じられた。ノストラダムスの大先輩の占星術師たちが厳かにそれを保証したに違いない。

とにかく、彗星の出現と同じ頃におきた災難は、何だって彗星のせいにされるのだから、彗星にしてみればたまったものではない。あるドイツの年代記には、「一六六八年に大きな彗星が現われたので、ウェストファリア地方のネコの死亡率が激増した」なんてものま

である。
その後近代科学が、彗星にかけられてきた神秘のベールをはがしたので、私たちは今では、ハレー彗星がネコの幸せを脅やかすなどとは信じない。が、ノストラダムスの怪しげな新解釈はあいもかわらず書店を賑わしている。
しかし今日、星空めざして旅立つスペースシャトルに、占星術師の占める座席はないはずである。そしてこのスペースシャトルを作り出す現代科学技術の直系の先祖は、一六世紀から一七世紀にかけて、全ヨーロッパ的規模で見事な「星空のパスワーク」を見せた一群の人たちである。
そのパスワークが冴えた時期は、古来の「災厄のほうき星」に別れをつげるための、人類の永いマラソンのラストスパートの時期でもあった。

●転回

ろうそくが一本ゆれているうす暗い僧院の一室。ベッドには一人の老人が静かに死の時を待っている。
「先生！　できましたよ。今届きました！」
召使いが一冊の本をもって飛び込んでくる。でも老人には、その本を読む気力は残っていなかった。胸の上に刷り上がったばかりの自著の見本刷『天体の回転について』を載せたまま、老人は息をひきとった。一五四三年五月二四日。ポーランドのニコラス・コペル

ニクスの最期である。
いまここに、二冊の本がある。一冊は、『天体の回転について』（矢島祐利訳・岩波文庫）。もう一冊は、イタリア生まれの熱血漢ジョルダノ・ブルーノ著『無限・宇宙と諸世界について』（清水純一訳・現代思潮社）。
こうして二冊を並べて眺めていると、一種不思議な感情にとらわれる。こんなちっぽけな本を残すために、二つの天才的な頭脳が一生骨身をけずったのだ。しかもこの頼りなさそうな二冊の本が、アリストテレスやプトレマイオス以来の「天動説」に、力強い鉄槌を加えたのだ。コペルニクスは、最後まで自分の著書の公開には消極的であった。その最期は安らかだった。


ニコラス・コペルニクス（1473～1543）

それにひきかえジョルダノ・ブルーノは、コペルニクスの「地動説」と自説の「無限宇宙」を声高に説きつつ、異端取締りを逃れて、実に一五年間、ヨーロッパ中を休みなく、乞食のように放浪しつづけたのだ。
このブルーノの炎の放浪を経て、「天動説」から「地動説」へ、人類の世界観が「転回」の歩みをはやめていった。
ブルーノの『無限・宇宙と諸世界につい

て』の第四対話を開くと、次のような記述がある。

「……この彗星という燃焼体は、火焔界で灼熱されてきたのではないということです。というのは、もしそうだとすれば、火焔界という尨大な場所は、人の言によると、その表面から隅々までくまなく燃えさかっているのですから、彗星全体が燃焼していなければならぬはずです。ところが彗星の燃えている部分は、我々の見るところでは、つねに一部分だけなのです。それ故、彗星と名づけられるものは、古代の人々が正しく理解し述べているように、星の一種であると結論できます。……」

紀元前四世紀頃、ギリシャの哲学者アリストテレスは、天地の構造についてつぎのように考えていた（『気象学』第一巻、四）。

――大地の上を水がおおい、その上に風の層、さらにそれをとりまいて火の層（火焔界）がある。ここまでが地上界、それより上が天上界で、天体は過去から未来を通じ一定不変の運行をつづける。さまざまな変化が生じるのは地上界だけ。だから彗星のようにいつ出てくるか分からない物体は当然地上のものである。彗星は、地上の火気が自分の本来の場所である火の層へ向かって戻って行く姿である――

それを、今ブルーノは、

「彗星と名づけられるものは……星の一種である」

という。

そして、再び『無限・宇宙と諸世界について』の第四対話。

「……長期にわたって観察されつつ論じつづけたように、烈しい猛火の灼熱にも長く耐えうるのです。彗星はときとして一月以上も燃えつづけます。最近私たちもその一つが四十五日間にもわたって輝きつづけるのを目のあたりに見たとおりです。……」

ここに書かれた「四十五日間にもわたって輝きつづけ」た彗星こそ、彗星が「大気現象」などではなく、間違いなく「星の一種」であることを立証した、いや立証された記念すべき彗星だった。それは一五七七年一一月から七八年一月にかけて現われた。そこで、この彗星を必死で観測した一人のデンマーク人について語らねばならない。

●手づくりの鼻をもつ男

一五六四年頃、所はドイツのロストク。デンマークから来たふたりの貴族出身の男子大学生が突然決闘を始めた。なんでも動機は、どちらが数学ができるか、といったようなくだらない議論だったらしい。

ところが決闘をふっかけた方の大学生は、剣の腕がからきし駄目で、相手の若者に見るも無惨にあしらわれ、挙句の果てに、自慢の高い鼻の頭をバッサリとやられてしまった。が、この鼻なしの青年、器用なものだ。家へ帰ると自分で鼻の型をつくり、細工師に銅細工の鼻を作らせ、接着剤でくっつけて、意気揚々と級友の前に姿を現わしたのである。

この青年貴族の名は――ティコ・ブラーエ。望遠鏡が現われる以前の最大の観測天文学者である。

ティコは、デンマーク王からプレゼントされたフヴェーン島に、大きな天文観測器械を備えたお城天文台ウラニボルクを建てた。そこで毎夜毎夜観測に励んで、誤差二分角という当時としては驚異的な精度のデータをつみ上げた。

オリオン座の愛らしい三ツ星の間隔が、ちょうど一度くらいだから、二分角というのはその三〇分の一に当たる。ティコの眼もよかったし、自分の鼻までつくるほどだから腕の冴えも見事だったのだろう。しかし、何といっても金に糸目をつけず作りあげた大型の四分儀その他の観測器械も、精度を高めるのに貢献しただろう。何しろ彼は王室からの知行だけでは金が足りなくなって、その不足分は自分の領民であるフヴェーン島の島民に重税をかけて賄ったのだ。この人工鼻の苛酷な領主に反抗する者は、容赦なくウラニボルク城の地下牢へぶち込まれた。人類を中世の蒙昧から引っ張り出すための切り札となったティコのデータには、フヴェーン島の怒りの島民たちが大きな貢献度を主張してよい十分な理由があるわけだ。



大四分儀で観測中の
ティコ・ブラーエ。

フヴェーン島は、コペンハーゲンとハムレットの舞台エルシノア城のあいだ、バルト海のエーレ水道にある小島である。島の長さは全長五キロ。バルト海に臨む北面は切りたった白い断崖。ウラニボルク城の天文台には、果樹園から潮風にのって、甘い香りが吹いてきたという。

やがて、おとぎ話の国のようなお城に住む冷酷無比の君主ティコが、ほうき星を本当の星にする日がやってきた。

一五七七年に出現した彗星をウラニボルクで観測したティコは、その観測結果を、約六五〇キロメートル離れたチェコのプラハで古くからの友人ハーゲチウスが観測した記録と比べてみた。彗星の位置も方向も同じであった。もし彗星がまえから言われているように大気の中の現象で、われわれの近くにあるならば、見る場所によって見える方向が違ってくるはずだ。月だって六五〇キロメートルも離れた所から見れば方向がずれてくる。彗星は月よりもずーっと遠くにある天体だ！　彗星は星だったのだ！



ティコ・ブラーエ（1546～1601）

こうして彗星は、天体としての市民権を獲得した。

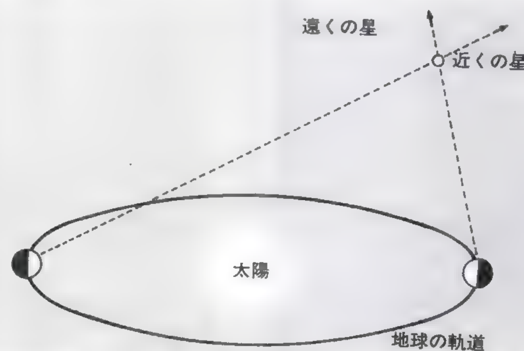
ティコは、コペルニクスの『天体の回転について』を注意深く読み検討した。そして地動説は間違いだ、と結論を出した。あれほど精密な観測を行なっていたティコ・ブラーエが、現代人の常識になっている地動説を否定

したことは一見奇妙に思われるかもしれない。しかし、中世の古い殻を脱ぎ捨て、新しい天文学をつぎつぎとうち建てていったかに見える人たちの頭の中には、中世的な物の考え方がどす黒く残っていた。したがって、この天才たちの情報のパスワークは、何もかもが順調だったわけではないのだ。

ティコは考えた。

コペルニクスが言うように、太陽のまわりを地球が回っているとすれば、冬と夏とで恒星の見える方向にずれ（視差）が出てくるはずではないか。しかし実際には私の自信満々の観測では、いささかの視差もない——

本当は、最も近い恒星でも、その視差は〇・七六秒という小さい角度なのだ。それは、京都に立てた新しい鉛筆の長さを大阪から測った視角というぐらい小さいもの。いかにティコの千里眼をもってしても、肉眼で見分けることができるような代物ではなかったのである。



地球が太陽のまわりを動くとき、近くの星は見かけ上、違う方向にみえる。遠い星は変らない。これを星の視差とよぶ。

しかしティコは、恒星に視差が認められない、という事実を、地球が太陽を回っていない証拠として採用した。ティコの考えた宇宙モデルは、地球のまわりを太陽と月が回り、その太陽のまわりを他の惑星が回る、という変則的なものだった。ただ、プトレマイオスとコペルニクスをたして2で割ったような、このモデルは、自分自身の精密な観測データに基づく結論だっただけに、その方法はコペルニクスを凌いでいた、と言うべきだろう。

何しろコペルニクスがおもに使ったのは、千年以上も昔のヒッパルコスの観測データだったのだ。ティコの精密な観測データから見ると、ヒッパルコスのデータなど、全く信頼のおけない粗雑きわまるものだったのである。

ティコは、当時としては余りに正確に惑星観測をしたため、地動説と握手をすることができなかった。しかしティコが晩年になってその膨大な量の観測データを整理しきれず、弟子のケプラーに渡したため、それらのデータは皮肉にも地動説の擁護のため、最大限に利用されることになった。

◉円からの解放

一五七一年の年の暮れ、一二月二七日。寒い夜だった。ドイツのウィルテンベルク州のいなか町ワイル。ひとりの女性が、ひどい苦しみの末に七カ月の早産をした。やせて青白く、何かといえばすぐ熱を出すひ弱な男の子だった。

「とても長生きできそうもないな」

父ハインリヒ・ケプラーも母カタリーナもそう思った。ふたりの間に生まれた、この病弱な長男坊ヨハネスが、ティコ・ブラーエからニュートンへの貴重な橋渡しをするほどの科学者になるなんて、誰も思わなかった。

それにしても無類の観測家ティコと無類の理論家ケプラーという組合せは大変面白い。二人はあらゆる意味で対照的だった。エネルギッシュで疲れを知らぬティコ。病弱の上に弱視というおまけまでついたケプラー。

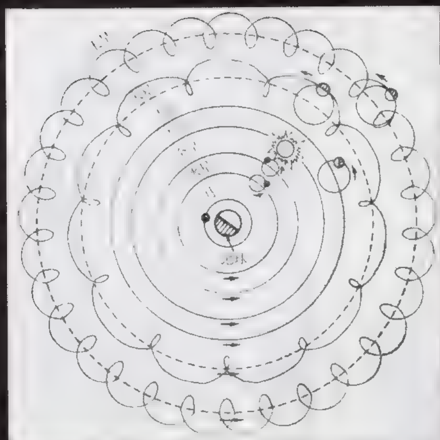


ヨハネス・ケプラー（1571〜1636）

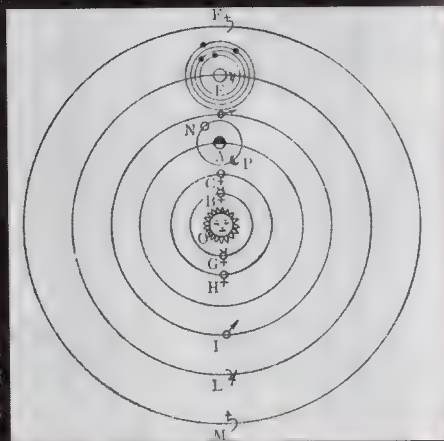
二人が出会ったのは一六〇〇年二月四日。ティコ五三歳、ケプラー二九歳の時だった。そして翌年ティコが没し、膨大な観測データがケプラーの手にわたった。

ケプラーはティコが発病した一六〇一年一〇月一三日のことを日記に記している。

「ティコ・ブラーエは、プラハのローゼンベルク男爵の夕食会に出席したが、宴中、尿意をこらえきれず、危うく礼を失するところであった。しかもワインを飲んだために、膀胱（ぼうこう）が破裂しそうになったが、何とか上品さを保って帰館するや、たちまち放尿した。それは月と土星の外合の夜で、不眠、発熱、錯乱が続いてやってきて、一〇月二四日についに不帰の客となった。ティコが病床でうわ言のように言いつづけた言葉は『私の人生が無駄で



プトレマイオス流の天動説モデル。惑星は地球を回る円の上でさらに円運動（周転円）をしている。



ガリレオ・ガリレイ流の地動説モデル。当時知られていた惑星は土星までであった。

あったなどとは思わせないでくれ』というものであった」
ティコ・ブラーエの人生は「無駄」どころか、ケプラーによって光り輝くものになった。ただしそれはティコの意に反して、地動説の土台を固めるものだった。

ティコの惑星観測のデータによると、惑星は太陽に近いところでは速く、遠い所では遅く運行していた。どういうモデルを使えば、このことをうまく説明できるか、ということが、ケプラーの最も苦労したことだった。

天体が円運動をしていると考える限り、この惑星の速度変化を説明することはできない。苦闘二〇年、ケプラーはついに円運動を捨て、楕円運動を導入した。

面白いことに、ケプラーは楕円運動の計算で計算間違いをしている。ところがそのちょっと後でもう一度別の計算間違いをやったために、計算結果が正しくなった。こうして、惑星が楕円軌道を動いていることが初めて立証された。

古代ギリシャ以来、人びとの心を束縛してきた「完全無欠の円運動」は放棄された。地球を中心とした円の上にある円（周転円）が複雑にからみ合った頭の痛くなるようなモデルにかわって、太陽を中心とした単純そのものの惑星系モデルが登場した。ケプラーは、惑星にそのような運動をさせる原因は何か、という問題について、『新しい天文学』の序文で、「物体相互間に働く引力」というものの予感を述べている。しかしその引力がどのようなものか、それ以上は分からなかった。もうちょっとの所で、ケプラーは万有引力の法則まで到達できなかったのである。

◉驚異の三重奏

一五九七年、二六歳のケプラーは『宇宙の神秘』という本を出版し、その書の写しをパドヴァにいたガリレオ・ガリレイに送った。すでに熱心な地動説の支持者だったケプラーが、ガリレオから、

「何年も前から私はコペルニクスの見解に転向している」

という返事を受け取った時以来、二人はアルプスを越えた深い友情の絆で結ばれることになった。

それから一〇年ほど経った夏、ガリレオは、ヴェネツィア滞在中に、

「オランダのリッペルスヘイという人が、遠くのものを近くにあるように見える眼鏡を製作した」

という噂を聞いた。

ガリレオがパドヴァに帰って早速製作した望遠鏡は、倍率三倍のものだった。次には八倍、三回目には三三倍のものを作った。そしてこれ以上レンズを大きくすると像が歪んでしまうことを知り、ひとまずはそれで止めた。


ガリレオ・ガリレイ（1564〜1642）

職人としても一流であることをガリレオは示したが、それ以上に彼は真正の科学者だった。彼はその自作の望遠鏡を自分の本職に役立てるため、それまで誰もしたことがないことに用いた。

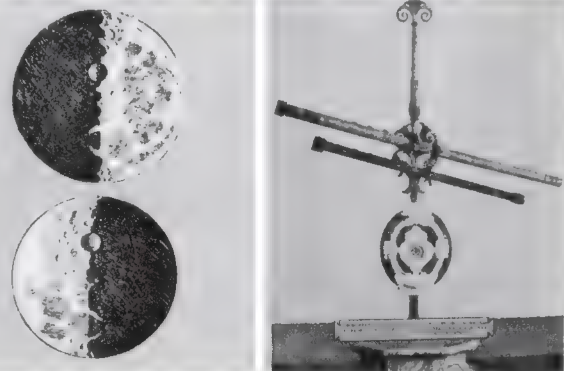
ガリレオは望遠鏡を夜空に向けたのである。

私たちは幼い頃から、双眼鏡や望遠鏡・顕微鏡を当り前のことのように見知っているので、この一六一〇年のガリレオの驚きの強さを追体験することができない。

彼は、月の表面に初めて沢山の凸凹を見た。そしてその影の長さから月の山の高さを計算した。

さらに月が地球のまわりを回るように、木星のまわりをめぐっている四つの衛星を発見した。そして書いた。

「四つの星は、目にとまらない恒星の群れではなしに、輝かしい惑星の仲間に属するので



ガリレオ・ガリレイ自作の望遠鏡と、それによって月を見た時の彼のスケッチ。

す。もっとも高貴な木星のまわりをその子らのように動きまわり、それらは驚くべき速さでその軌道を一周し、同時に、宇宙の中心、すなわち太陽のまわりに、一つの美しい調和を以て一二年ごとに巨大な回転をするのです」(『星界の報告』)

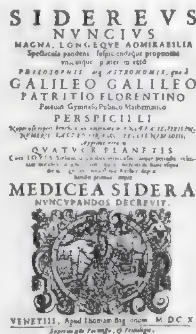
土星の環も見た。もっとも彼の望遠鏡では環には見えず、土星の両側についている耳のようなものに見えた。

そして地動説にとって最も決定的な証拠となったこと——金星の満ち欠け——を発見した。そして彼は、天動説ではこの金星の満ち欠けを説明することができないことを述べ、地動説のモデルを使ってこの現象を完璧に説明してみせた。

彼はまた、太陽の黒点も覗いた。天の川が実は無数の星の集まりであることも発見した。

こうしてガリレオは、裸眼で見ることができるよりも自然がいかに豊かなものかを理解した、人類で最初の人となった。彼はこの特権を得たことについて、自分の著作の中で幾度となく神への感謝を献げたのだった。

これらの望遠鏡を使った彼の「新しい空」は、当時あまりにも華々しかったため、その後彼が全力を注いだ「運動の理論」は幾分かげがうすかった。しかしそれは素人うけしな



SIDEREVS
NVNCIVS
MAGNA, LONGEQVE ADMIRABILIA
GALILEO GALILEO
PATRITIO FLORENTINO
PERSPICILLI
MEDICEA SIDERA
NVNCVPANDOS DECREVIT.
VENETIIS, M DC X

ガリレオ・ガリレイがさまざまな発見を記した『星界の報告』(1610年)の表紙。

かっただけのことであって、玄人筋では大変な反響をまきおこした。

とりわけ、

「ひとたび運動物体に与えられた速度は、加速や減速の外的原因が除かれている限り、一定不変に保たれるだろう」(『新科学対話』)

という記述は、ニュートンが数十年後にもっと決定的な形で表現した「運動の第一法則」あるいは「慣性の法則」そのものである。ニュートン自身、自分は慣性の法則をガリレイから学んだ、と語っているのである。

ガリレオが『新科学対話』『新天文対話』などの著作を、当時の慣例であったラテン語で書かず、万人が読むことのできるイタリア語で書いたことに、近代科学の創始者としての真骨頂をみることができる。その意味で、ケプラーが天才ならば、ガリレオは偉大な常識人であった。

ケプラーとガリレオは、文通のみの親友であり、現実には一度も会ったことがなかった。ドイツとイタリアの間には、アルプスと言語の障壁があった。

ケプラーは惑星が楕円運動をしていることを発見したが、ガリレオは天体の楕円運動を決して認めなかった。二人は学問的には非常に近いところにいながら十分に論じ合うことができなかった。だから二人の間には、コペルニクスを擁護する、という以上に深いパスワークは示されなかった。

ケプラーが死んで三五年ほどたって、この二人を総合する人が現われた。ケプラーの天

文学とガリレオの運動の理論が、イギリスのアイザック・ニュートンにドーバー海峡をこえてパスされ、万有引力の法則が生み出されたのである。

◉彗星のとおりみち

ケプラーは、惑星の楕円運動を導きはしたが、彗星のような「神聖ならざるもの」が、惑星と同じような形の軌道を描くはずがない、という意見だった。そして彗星は、この世の生きとし生けるものと同じように、まっすぐに進んでやがて止まる、と考えた。彗星は直線運動をする、という意見に固執した。

ケプラーの惑星運動の三法則の華々しい成功が、「彗星は直線上を進む」という彼の主張のあと押しをした。さまざまな後継者が当然のようにこれに従った。



アイザック・ニュートン(1642〜1727)

そして一六八〇年、二四歳の或るイギリス青年が、パリの空に大彗星を見て、やみつきになる。その観測記録をパリ天文台から手に入れたこの若者は、当時の天文学者の例にもれず、大ケプラーのおっしゃる通りに、データを直線軌道に乗せようと頑張った。しかし結局その時は、並みいるフランス人に自分の



エドモンド・ハレー（1656〜1742）

実力を認識させることができずに終わった。

一六八四年、この青年がケンブリッジにアイザック・ニュートンを訪ねる。当時、太陽系のすべての天体の運動を支配する引力として、

「引力が天体間の距離の二乗に逆比例する（いわゆる逆自乗則）」

という仮説が、ニュートンやフックによって唱えられていたが、このイギリス人の青年は、逆自乗則と惑星の楕円運動とのつじつまがどうしても合わず、腰を低くしてニュートンに教えを乞いに行ったのだ。青年は二八歳、ニュートンは四二歳。このときニュートンは、そんな問題はもう解決済みと答える。

そのときのこの人の好い若者の驚嘆が、二人にとって運命的なものになった。ニュートンが書きしぶるのをこの若者が強引に話を進め、一六八七年、ついに『プリンキピア』が出版された。自然科学の歴史上、最もすぐれた著作であるこの本の出版費用は、書いた本人のニュートンが出さず、若者の方が負担した。

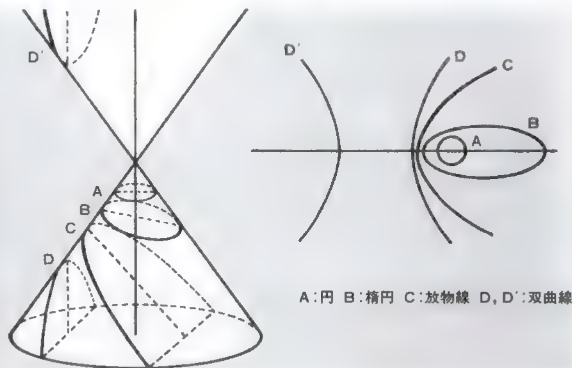
『プリンキピア』の刊行に奔走するあいだに、若者は、あの一六八〇年のパリの空に尾を引いた彗星を、ケプラーの直線軌道としてではなく、ニュートンの重力理論の応用問題として解く決心をする。きっかけとなったニュートンの示唆——

「一六八〇年一二月半ばに太陽から遠ざかっていった彗星は、ひょっとしてそのひと月前に太陽に近づいてきた彗星と同じものじゃないだろうか。それは放物線軌道かもしれない。ちょっと計算してみたらどう？」

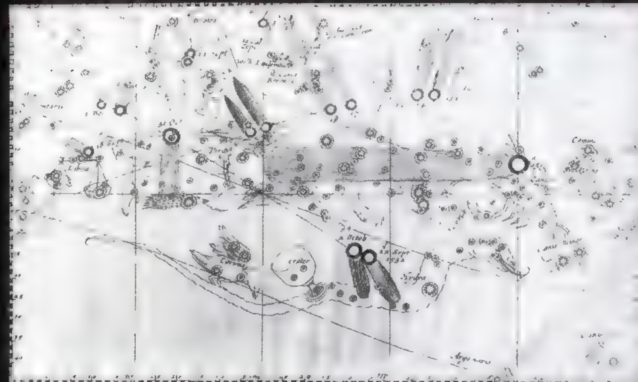
ニュートンの考えでは、太陽の引力の作用のもとでは、天体の運動径路は、直線・円・楕円・放物線・双曲線という五つの可能性しかない。これらはすべて「円錐（えんすい）曲線」の一種であり、円錐を切る向きの違いによって、そのうちのどれかが得られる。

ニュートンの若者へのヒントはつづく——

「彗星は放物線軌道に近いとは思うが、惑星みたいに、再びもとの所に戻ってくる軌道をもっているのかもしれない。そのときは彗星はウーンと細長い楕円軌道ということになる

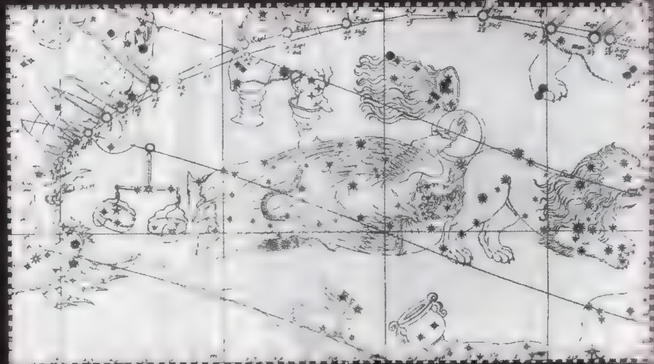


円錐の切り口——円錐を平面で切る方向の違いによって、円・楕円・放物線・双曲線などの円錐曲線が現われる。

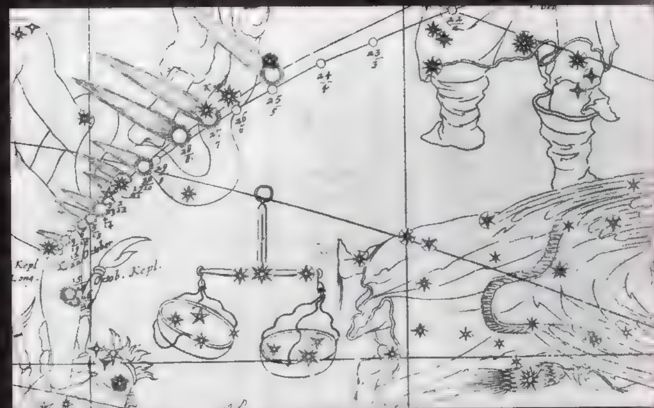


左上には「うしかい座」から「てんびん座」へ移動していく1531年のハレー彗星の軌道が見えている。

昔から彗星の出現や動きを記録したものが数多くある。日本や中国では歴史の本に多くの記録が残されている。ヨーロッパでは「彗星誌」という名の記録が大型の本となって残されている。ここにあげたものは、一六六七年に発表されたルビエニツキイの『彗星誌』である。一五三一年と一六〇七年のハレー彗星の動きを記録した部分を紹介する。



上の方に「へび座」→「うしかい座」→「おおぐま座」と移動する1607年のハレー彗星の軌道が見える。



『彗星誌』の一部を拡大したもの。尾の出ているのは1607年のハレー彗星。当時の人びとが彗星の構造をどのように考えていたかが分かって面白い。

けどネ。そのへんは私にもよく分からない」

このニュートンの示唆こそは、「謎のほうき星」の軌道をさぐりあてる、というゴールをめざす最後にして決定的なパスであった。パスを受けて若者はゴールをめがけて突進する。

――ニュートンさんの言ったように、もし彗星が長い楕円のみちを描いているのならば、昔から何度も人類の前に一定の周期で戻って来てるはずだ……。

膨大な過去の彗星データの中から、等しい間隔で姿を現わしたものを選び出し、その軌道を矛盾なく説明しようとする仕事が始まった。複雑きわまりない計算、そして失敗……『プリンキピア』を出してから八年近い歳月が流れた。途方もない回数にわたる落胆のあと、ついに「若者」は見つけた！

一六八〇年に自分の眼でも見た大きな彗星が、一五三一年、一六〇七年の彗星と極めて似た軌道になる！　この三つは同じものだという確信を得たのである。

あのパリの大彗星から一五年、「若者」はすでに四十路（よそじ）にさしかかろうとしていた。

さらに一〇年後の一七〇五年、「若者」は書いている。

「いまや私は自信をもって、この彗星が一七五八年に再び戻ってくると予言する」

この予言によって、この「若者」の名は天文学史に不滅となった――エドモンド・ハレー。

自分が予言した一七五八年を待たず、一七四二年に、ハレーはこの世に別れを告げた。

彼の晩年の覚え書き――

「これまで述べてきたことにより、この彗星は一七五八年に再び姿を見せるはずだ。公平な後世の人たちは、そのことを最初に発見したのが一人のイギリス人だった、ということを認めざるを得ないだろう」

そしてその大彗星は、雄姿を現わした。

一七五八年のクリスマスの晩に、ドイツのドレスデン郊外に住む農場主のアマチュア天文家パリッチが、焦点距離二・四メートルの望遠鏡の中に、待望の彗星のかすかな光をとらえた。彗星はまごうかたなく一つの天体であり、太陽の引力によって楕円軌道を描いていることが実証された記念すべき瞬間だった。そして、これがアマチュアによる彗星発見の第一号、また望遠鏡による彗星探しの最初でもあった。

エドモンド・ハレーが疑心暗鬼で伏線を張らなくても、「公平な後世の人たち」はハレーの業績を忘れなかった。人類が幼い時代からどうも顔見知りだったらしいこの彗星に、この「イギリス人」の名が冠せられたのだ。

パリッチが見つけたのは一七五八年だったが、ハレー彗星が太陽に最接近（近日点通過）したのは、ハレーの予言より一年遅れ、一七五九年三月だった。このころの一年くらいのずれは仕方ないだろう。ハレー彗星の軌道に小さな乱れを与える天王星や海王星はまだ発見されていなかったし、木星や土星など大惑星の質量も正確には分かっていなかった時代のことだから。

二、彗星のうたがきこえる！

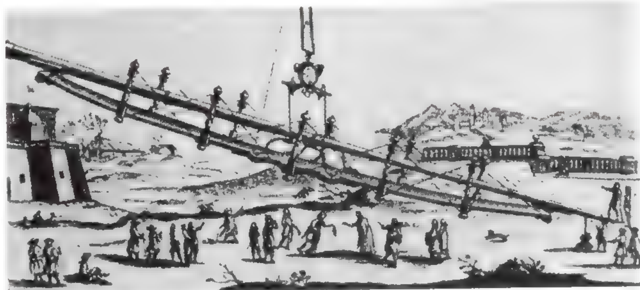
◉世紀の対決

「ヘベリウスがティコ・ブラーエより正確に測定できるわけないだろ！」

グリニッチ天文台長フラムスチードが吐き捨てるように言った。一六七七年、イギリス王立協会での或る日の出来事である。

ガリレオが一六一〇年に自作の望遠鏡で月のあばたを眺めて以来、約七〇年も経っていた。人びとは肉眼よりも望遠鏡の力を借りた方が、はるかに正確に星の位置を知ることができると信じていた。ところがドイツのダンツィッヒに、いまだに肉眼の力を信じ、頑強に望遠鏡に抵抗しつづけている天文家がいた。ダンツィッヒは現在のポーランドにある。「連帯」で有名なグダニスクの町である。

「ヘベリウスの星図」の作者として名高いこの人ヘベリウスは、科学技術の発展に対して頑迷固陋（がんめいころう）な態度をとっていたわけではない。惑星や月や太陽の黒点などの観測には、当時の人びとの度肝をぬいた長さ五〇メートルもある大空気望遠鏡を作って、彼自身が使用していた。しかし、いくら倍率をあげても点にしか見えない恒星の位置観測においては、自



ヘベリウスの大空気望遠鏡。
彼は、この望遠鏡を使って、
惑星や月や太陽の黒点などの
観測を行い成果をあげた。

分の三〇年にわたる肉眼観測の腕前を信じていたのだった。

彼は実際に望遠鏡を使ってみて、当時の望遠鏡の欠陥をよく心得ており、フラムスチードが望遠鏡を使って行なった恒星観測が、自分の肉眼観測より特にすぐれている点はない、と考えていたのである。

当時の王立協会もヘベリウスの観測の優秀性は十分に承知しており、望遠鏡とヘベリウスの観測のどっちが優れているか、ぜひ決着をつけたいと思った。

そのためにわざわざロンドンからダンツィッヒへ派遣されたのが、誰あろうわがエドモンド・ハレー氏その人であった。

ハレーは一六七九年五月二六日にダンツィッヒに到着、二カ月滞在した。しかし初めの一〇日間で、ヘベリウスに屈服してしまった。

ヘベリウスは、原理的にはティコ・ブラー

エの使用したのと同じような六分儀を用いていた。しかしそれを改良し、ティコをしのぐ観測精度を得たのだ。
　しかもその精度たるや、ハレーとヘベリウスが観測を行なった結果、角度で五秒以上の誤差が生じることが一度もない、という素晴らしいものだった。当時の望遠鏡では一〇秒角以内の精度を要求することは無理と言われていたのだ。
　ハレーがダンツィッヒを発つ日、ハレーはヘベリウスに証明書を書いて渡した。
「あなたの観測の精度を疑う人びとに対し、私は自由な立会人として、その正確さを保証する。これは私自身もその六分儀を使ってあなたと共に観測した結果である。同一の星をくり返し測定し、誤差が数秒角以上になったことは一度もなかった」
　このエピソードは、新しい技術が開発されたとき、その新技術の揺籃期にしばしば見られる類いの話だ。望遠鏡という新しい技術も、こうした熟練職人のすぐれた抵抗をうけながら進歩していったのである。
　彗星を望遠鏡で見ることは、一七世紀にすでに始まっている。一六八二年にエドモンド・ハレーが「自分の彗星」を見たのは、グリニッチ天文台の望遠鏡だったし、ハレーの予言通りに再びその彗星が出現した時、これを発見したパリッチも望遠鏡を使ったことは既に述べた。

◉片腕の魔術師

　一九世紀半ばになると、天体観測に写真が利用されるようになった。一八五八年にはドナチ彗星の写真が撮られた。この写真には中心の光る所しかうつらなかった。
　彗星の本格的写真観測が行われたのは一八八〇年代に入ってからである。
　写真が利用できて便利なことは三つある。一つは、観測者が望遠鏡をのぞいて描いたスケッチよりは、はるかに客観性があること。第二は、一枚の写真で天体の位置・形・明るさが同時に得られて便利なこと。第三は、露出時間を増やすことにより、目に見えない暗い天体を撮影できること。
　望遠鏡は、この天体写真の技術と結びつき、より遠くを、より淡い光を求めて、大きく成長をつづけた。
　しかしレンズの口径が大きくなると像がぼけたり歪みが出てくる。この致命的な欠陥を乗りきるには、もう一人、すばらしい職人の登場が必要だった。
　その天才職人シュミットは一八七九年、フィンランド湾のナイサル島に生まれた。幼い頃から実験好きだった彼は、一二歳のときに、鉄パイプに火薬をつめてロケットを作ろうとしていて、爆発で右腕をふき飛ばされてしまった。
　ロケットにこりたシュミットはレンズとカメラに夢中になり始め、やがてその左腕一本で、レンズや鏡の研磨に驚異的なウデを見せるようになった。研磨機を使えば短時間でみ





上は1882年の大彗星の写真。彗星の写真観測がはじまった頃のもので細かな姿がわからない写真だ。下は1970年のベネット彗星の写真。約 100 年間の技術の発達が、尾の細かな様子まで正確に撮影することを可能にした。

がけるし、その左手もどんなにか楽だったろう。しかし彼は、

「鏡にひびを生じさせる摩擦熱の分布を感じとることのできるのは、自分の手のひらだけである」

という信念を曲げなかった。

そしてふとしたことからドイツのポツダム天体物理天文台の台長シュワルツシルトとの親交が始まる。シュワルツシルトがシュミットに発注した鏡は、いずれも神業的な完璧さでつぎつぎと仕上げられていった。

やがて第一次大戦が始まり、彼の故郷エストニアが同盟したロシアは、彼が働いているドイツの敵国となった。シュミットの作った望遠鏡がロシアの飛行機に閃光の信号を送る機械とみなされ、収容所送り。そして一九一六年、シュミットは、警官の監視下で星空の写真をとりつづける。その写真のすばらしさがハンブルク天文台の台長ショルを魅了する。

一九二六年、ハンブルクに来た彼は、苦闘五年、レンズを何枚か組み合せ、それにカメラをとりつけて、新方式の天体望遠鏡を完成させる——時に一九三一年、シャープな星像、強い集光力、ぼけも歪みもなく、広い視野をもった、革命的なシュミット・カメラが誕生したのであった。

現在では世界の大きな天文台で、シュミット・カメラを持っていない所など、どこにもないのである。

◉光を分ける

古典力学を一応の完成に導いたのはニュートンであったが、ニュートンはまた、太陽の光を一六六六年にプリズムで七色に分けてみせ、後世に分光学を生み出すキック・オフをした仕掛け人でもあった。ニュートンはこの虹（にじ）を「スペクトル（ラテン語で幻影のこと）」と名づけた。光は実はいくつかの色に分けられるものだったのだ。

紫はプリズムを通すとよく曲がる。赤はあまり曲がらない。今では、この屈折率の違いは、紫の波長が短く、赤の波長が長いためだということが分かっている。

人間は長い間の進化の過程で、この赤から紫までの虹の七色の波長域の物だけが見えるようになった。そこでこの範囲のスペクトルを「可視光線のスペクトル」と呼ぶ。

私たちは今では紫よりも波長の短いスペクトルも知っている。紫外線——これも光そのものであり、マルハナバチはこれを見ることができるという。紫外線より短い波長の所にはX線があり、もっと短い波長にはガンマ線がある。

他方、赤よりも長い波長には赤外線があり、赤外線の先には電波の広い領域がある。赤外線をよく感じとるのはガラガラヘビだ。

これらすべての波長の「光」を総称して、「電磁波」と呼ぶ。

一八四四年、フランスの哲学者オーギュスト・コントが、人間の決して知り得ないものは何だろう？　と問い、その例として、「遠く離れた星の組成」を挙げた。あなたはどう

思われるだろうか？　遠い恒星には行くことはできない。だから、そこから砂とか土を持って帰ることは不可能だ。やはり素朴に考えれば、星の組成など分かりっこない！

しかしながら、人間の知恵というのは素晴らしい。コントが死んでわずか三年、人類はこの遠く離れた星の組成を、スペクトルで知ることができることを発見したのだった。

なぜか？　それには二つのことを知らねばならない。

一つは、物質を熱してその出す光を分光器（入ってきた光を色の成分ごとにくわしくわける装置）にかけると、物質はその構成元素に特有のスペクトル線を出すということ。これは「輝線スペクトル」と呼ばれる。

二つ目は、この白熱物体と分光器の間に何か別の物質を置くと、もとの光のスペクトルのうち、その別の物質の原子なり分子なりに特有な波長の所に、暗い線が生じる。間の別の物質が特定の波長の「光」を吸収したのだ。これが「吸収スペクトル」である。

これは大変貴重な事実である。いろいろな物質のスペクトルを実験室であらかじめ調べておき、星から来た未知の「光」のスペクトルと比較すればいいのだ。望遠鏡に分光器を取りつけて星を見てるだけで、星の構成物質がわかる！

一八六八年には早くも彗星のスペクトルが調べられ、その特徴が、天然ガスやエチレン系ガスのスペクトルと同じものであることが分かったし、一九一〇年ごろには、一酸化炭素とか毒物のシアンも彗星の尻尾（しっぽ）から発見されるに至ったのである。

●ジャンスキーの開いた窓

ごく大雑把に言って、いろいろな波長の「光」の中で、可視光線と電波だけは地球の大気の厚い壁をつき抜けてくる。赤外線や紫外線の領域は、ごく一部の波長が通りぬけるが、ほとんどの波長が大気に吸収される。

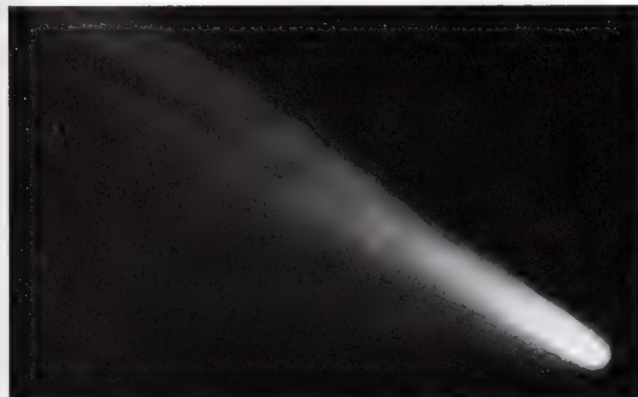
赤外線も紫外線も、それからついでにX線もガンマ線も、全部大気を通りぬければ、わざわざロケットを大気圏外へ飛ばさなくても、これらの波長で宇宙を観測できるのに……。いやいやそうではないのだ。そんなことになれば、地球上の生物は物凄い放射線を浴びて、一瞬のうちに根こそぎ絶滅してしまうだろう。私たちを守っている大気を恨んだりしてはバチが当たる。

天体を眺める「窓」が、可視光とはちがう領域で開かれたのは一九三一年だった。アメリカ・ニュージャージー州の或るジャガイモ畑跡に、奇妙な形の大きな回転アンテナがとりつけられた。これをつくりあげたのは、カール・ジャンスキーというベル電話研究所の青年無線技師、当時二三歳だった。彼はこれを使って、無線通信の際に混じってくる雑音が一体どこから来るか、調査を始めた。

そのアンテナは二〇分に一回の割合で全天をなで回すようになっていたが、観測をはじめたところ、驚いたことに空のあらゆる方向から空電現象（雷）がキャッチされた！ 雑音のいくつかは、スコールや雷雲から出ていることが分かったが、もっと弱いシュー、シ



いろいろな波長の電磁波と宇宙に開かれた窓。地上から宇宙を観測できるのは、電波と可視光線だけである。





電波、赤外線、紫外線の観測が総合的に行われたウェスト彗星（1976）＝上＝とコホーテク彗星（1973〜1974）＝下＝。彗星の物質の様子や彗星大気の粒子の大きさなどが解明された。ウェスト彗星は太陽に初めて近づいた彗星。

ューという雑音が入って来るので、彼は考え込んでしまった。

実はこの妙ちきりんな電波雑音こそ、人類が初めて耳にした「星の歌」だったのだ！

慢性の腎臓病と闘いながら、ジャンスキーは観測を重ね、ついにそれが恒星から来る電波であることをつきとめた。このとき人類は、可視光とは別の「窓」から宇宙を見つめることができるようになった。

残念ながらジャンスキーは、自分が最初の一歩を踏んだ電波天文学のごくはじめの頃しか眼にせず、一九五〇年、四四歳の生涯を終えた。しかし第二次大戦後、電波天文学は著しい発展を遂げ、今なお凄まじい勢いで宇宙の謎を解き明かしつつある。ジャンスキーは最も革命的な「窓」をあけたのだった。

今では、私たち人間が持っているのは、「可視光の窓」と「心の窓」だけではない。ガンマ線・X線・紫外・可視光・赤外・電波――あらゆる波長域の電磁スペクトルで天体を見つめることができる。大気にさえぎられ地上で閉じている窓ならば、ロケット・人工衛星などで大気圏外へ行けば、窓はひとりでに開いていく。

彗星もこれらさまざまな窓から観測されるようになった。

一九七三年暮から七四年正月にかけてやってきたコホーテク彗星の電波観測からは、すでに宇宙空間で発見されていたアセトニトリル、それにシアン化水素の分子をとらえた。また七四年のブラッドフィールド彗星からは水が検出された。

コホーテク彗星は赤外線の窓からも覗かれ、隕石と同じような物質が含まれていること

が確認された。このとき、彗星の中心部に拡がっている彗星大気の粒子の大きさも赤外線で観測された。大きさは大体一ミクロンから一〇ミクロン、一〇〇〇分の一ミリという小さなものまで含まれていた。

一九七六年のウェスト彗星では紫外線観測が行われ、水酸基、酸素・炭素・硫黄の原子が発見された。

こうしたバラエティに富んだ情報をもとに、彗星の起源と正体に迫る大胆な仮説も生まれている。

来るべきハレー彗星は、宇宙ののぞき窓から、どのような「光」をわれわれの彗星像に注ぎ込んでくれるだろうか？

三、彗星のすがた

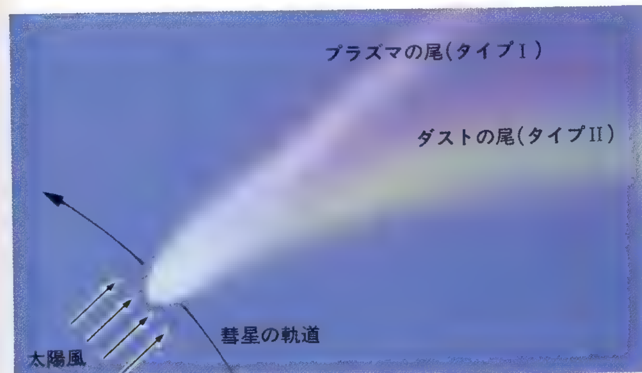
◉尾のある星

ほうき星——

童話の世界を想い出させるような、この言葉のひびきから、誰でも長い長い彗星の尾を思い浮かべる。彗星ほど、芸術家の詩情と科学者の探究心を、同時に刺激しつづけたものは少ないのではあるまいか。その刺激の中心にあるのが、あの長い尾である。

「彗星」は英語ではコメット（comet）だ。語源は、髪の毛を意味するラテン語のcomaやギリシャ語の*Αστρια Κομητες*（アストリア・コメーテス、長い髪をなびかせた星）からきていると言われる。美しく風になびく女性の長い髪が連想されて、まことにイメージさわやかだ。彗星の尾には二種のタイプがある——太陽と正反対の方にまっすぐ鋭くのびる細い尾（タイプI）と、幅が広くて先がゆるやかにカーブする尾（タイプII）。

タイプIの尾はガスの尾だ。そのガスのスペクトルからプラスの電気をもったイオンが発見されたが、プラスの電気ばかりでは互いに反撥し合うから、尾が形を成さない。だからこの尾の中には、プラスの電気と等しい量のマイナスの電気があって、全体として中性を保



彗星の尾――太陽の反対方向にのびたプラズマの尾と、大きくカーブしたダストの尾から成る。

っているはずだ。このようなガスの集まりをプラズマという。このため、タイプIの尾は、「プラズマの尾」とも呼ばれている。タイプIの尾をプラスイオンとマイナスの電子に分離するのは、太陽の強い紫外線放射だ。それを太陽から噴き出ている水素イオンと電子のプラズマの強風が加速する。太陽から出ているこのプラズマの流れは「太陽風」と呼ばれ、そのスピードは秒速四〇〇〜五〇〇キロメートルにも達する。それは、太陽系空間を一〇〇天文単位もの彼方にまで及んでいるらしい。

観測史上で最長のプラズマの尾は、一八四三年の一八四三I彗星であろう。三億キロメートル、つまり地球・太陽間距離の二倍（二天文単位）にも達したと言う。一九一〇年のハレー彗星は、一億四〇〇〇万キロメートルくらいだった。

タイプIIの尾は、「ダストの尾」とも呼ばれる。スペクトル写真をとってみると、この尾は固体粒子だけでできていることが分かる。尾の質量は非常に小さい。大きな部屋に原子が一個置かれているとか、瞬間ガス湯沸し器の口火を一万キロメートルにも拡散した状態にたとえられるほどだ。

彗星の運動とともに連続的に放出されたダストが、太陽の放射圧により太陽と反対の向きに加速され、ゆるやかにカーブしていく。放射圧とは、光が物体に当たる時に作用する力である。

太陽の放射圧といっても、小さいダストほどその圧力の効果は大きいし、黒っぽいダストほど太陽光をよく受けとめるので放射圧も大きい。だからダストの大きさや種類・組成によって、加速の大きさが異なってくる。タイプIIの尾（ダストの尾）が、一般に大きな幅をもつのはそのような理由からだ。

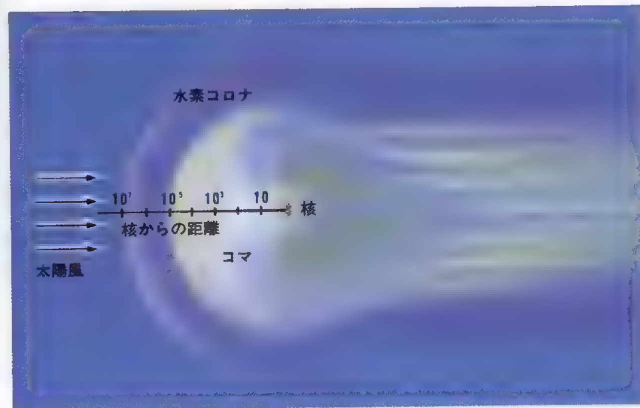
◉輝くコマ

彗星の長い髪の毛（尾）の生え際が、コマと呼ばれる彗星の頭だ。明るく輝くコマは、尾と並んで、彗星を美しく特徴づける。

彗星が太陽に近づいていくと、太陽の熱にあぶられた彗星の中心部にある本体（核）の表面から大量の氷分子が蒸発し始め、核のまわりに流れ出る。その分子の流れに沿ってダストも噴き出してくる。そして核のまわりに球状の分子の雲ができる。これがコマと呼ばれるものだ。その中には当然ダストも含まれている。



彗星のコマは、彗星から飛び出たガスと太陽との華々しい戦いの舞台である。



コマは彗星の大気である。太陽にあぶり出された氷分子とダストがつくる。

コマは、彗星が太陽から約三天文単位程度のところまで接近してきた頃から形成され始める。太陽からの距離によってコマの大きさが違ってくるので、平等に比べる意味で、彗星・太陽間の距離が一天文単位の時に限って言えば、その時のコマの大きさは一〇万～一〇〇万キロメートルにも達する。太陽の直径が一四〇万キロ、地球の直径は一万三〇〇〇キロだ。だからコマは、太陽系内としては大変な大きさの天体と考えていい。

コマは彗星の大気だ。しかしその中は大変アメリカン?! つまりダストを含んだ非常に薄いガス体だ。最近の観測によると、コマは濃い部分ですら地表の大気密度の一〇〇〇万分の一という薄さである。だから一九一〇年、ハレー彗星が太陽面上を通り過ぎても、何にも見えなかったわけだ！

密度が小さいとはいえ、コマは、核から蒸

発したガスやダストの分子が、激しく動き回り、触れ合い、反応し、太陽の紫外線を受けるところだ。紫外線を受けて分子が分解し、電子をはぎとられていく激動の舞台である。

ダストは太陽光によってはねとばされ、ガスは太陽風とぶつかってプラズマの尾をつくる。光り輝くコマの中で演じられているこのドラマは、彗星の中心核の表面近くにある物質を全く違った姿につくり変えてしまうのだ。

◉水素コロナ

一九七〇年、アメリカの空飛ぶ天文台OAOII号は、タゴ・サトウ・コサカ彗星を紫外線で観測した。驚いたことに、それでなくても巨大な可視光で見えるコマの外側に、もっと壮大に広がった水素原子の雲が認められた。

水素原子は紫外域のライマン・アルファ線（水素が発するある特定の波長の光）を散乱して明るく輝いていた。この雲を水素コロナと呼んでいる。

コマのときと同じように、太陽から一天文単位の所に彗星をおいてみると、水素コロナの半径は、実に一〇〇〇万キロメートルにも及んでいる。可視光で観測されるコマの一〇倍から一〇〇倍という凄い大きさだ。

OAOII号と同じ頃に地学衛星OGO5号も、ベネット彗星から水素コロナを見つけたし、その後飛んできたコホーテク彗星、ウェスト彗星にも水素コロナがあった。

水素コロナは、彗星から出てくる水の分子が、太陽の紫外線を受けて水素原子を発生し、

高速で彗星の外へひろがったものである。

●小さな巨人

コマ、水素コロナ、華麗な尾——大空にこれほどのスケールのパノラマを展開するおおもとの張本人が、直径にしてわずか一〇キロメートル程度のものだ、と聞けば、誰しもびっくりするに違いない。一〇キロメートルの体で一億キロメートルの尾をつくり出す、という大活劇の主人公は、一体どんな素顔をしているのだろうか?

コマの中心にあり、「核」と呼ばれるその物体を、残念なことに、まだ見た人はいない。輝くコマが、ガスとダストのカーテンで、核を美しく隠しているからである。

核の状態については、「さまざまな大きさの粒子が集まっている」という仮説モデルが、かつては有力だった。しかし、この仮説では、彗星が二つや三つに分裂してなお輝き続けている例や、周期的にめぐってくる彗星が、そのたびにくり返しガスを噴き出して輝くという事実を、うまく説明できなかった。粒子のような小さい固体では、体内にガスになり易い揮発成分を抱え持てるわけがないからである。

この障害は、一九五〇年にアメリカの天文学者ホイップルが発表した革命的な核モデルによって取り除かれた。

水の氷を中心にして岩石や鉄などがダストの形で混じっている核——ホイップルはこのモデルを自ら「汚れた雪ダルマ (dirty snowball)」と呼んだ。

この雪ダルマモデルだと、時折り彗星の頭が複数に分裂することも、また分裂したあとも複数の頭として輝くことも、無理なく想像できる。太陽に何度も周期的に接近してくる彗星の輝きも、徐々に揮発成分を失っていく過程の一環と考えれば、説明ができる。

細かい点については、いくつもの意見の相違はあるが、今のところ「汚れた雪ダルマ」モデルは、ほぼみんなが賛成しているモデルである。しかし何しろ彗星核というものは誰も見ていないわけだから、予断は許さない。

今回のハレー回帰における徹底的な観測は、「汚れた雪ダルマ」モデルが初めて受ける大きな試練となりそうである。

アメリカのレイ・ニューバーンという学者が推測しているハレー彗星の核は、次のような雪ダルマだ。

——核の直径五キロメートル、重さは六五億トン、或る自転軸のまわりを一〇・三時間の周期で自転している。雪ダルマは四〇パーセントが氷、一〇パーセントが他の揮発性物質、そして残りの五〇パーセントがダストや石などの固形物でできている——

●ダルマがまわる

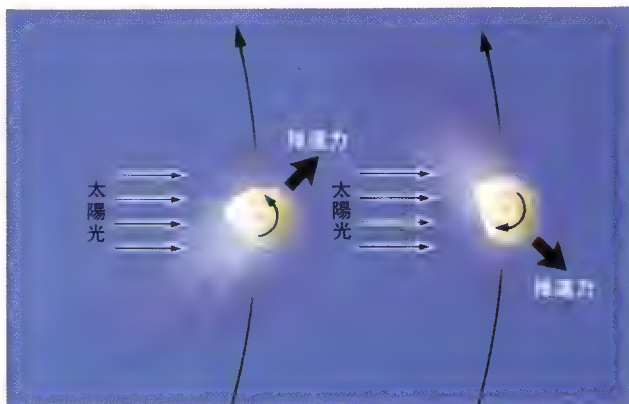
ニューバーンのモデルの「自転している」という記述に注目されたい。

「核を見た人が誰もいないのに、なぜ自転していることが分かるんだ?!」

と言われるかもしれない。



もっともな疑問である。彗星が自転していると推定される理由は、つぎの通り。
エンケ彗星という彗星がある。この彗星は三・三年という短い周期で太陽のまわりを回っているので、何度も何度も人間の観測にかかっているはずである。だからその軌道も細かい点まで分かっていて然るべきなのに、実はそううまくいかないのだ。
エンケ彗星は、戻って来るたびに、不思議なことに近日点通過時刻が二時間ずつ早くなるのである。
ホイップルは、この難題にも、「汚れた雪ダルマ」モデルでとりくんだ。
彼は雪ダルマが自転している、と考えた。すると雪ダルマの表面は、太陽があたる部分（彗星の昼）とあたらない部分（彗星の夜）が入れかわり立ちかわりやってくる。太陽の熱をうけた側からはガスとダストが噴き出している。そのジェットの流れは、ロケットと同じ原理で核を推し進める力になる。この推進力は、太陽の引力とは異なる斥力である。
この斥力と太陽の引力が重なり合い、彗星の進む方向と自転の向きの効果が加わって、彗星のスピードを速めたり遅くしたりする。
たとえば、図の右のような場合だと、ジェットの効果は、彗星の進む方向にブレーキがかかり、エネルギーを失って軌道が小さくなっていく。軌道が小さいと周期が短い。エンケ彗星の自転は、これと同じ向きなので、太陽最接近の時刻が予測よりも少しずつ早くなる、というわけである。
図の左の場合は、ジェット効果は彗星の軌道を拡げるように作用し、エネルギーが加わ



彗星の周期や軌道を変える非重力効果の模式図。

り、スピードアップする。
国際天文電報中央局のブライアン・マースデンは、このジェット効果を「非重力効果」と名づけた。
現在、彗星の位置・軌道の推算には、この非重力効果を加えることが普通になっている。太陽と惑星の引力だけを要素とした計算では、太陽から三天文単位以内にある彗星の軌道予測にくるいが生じるのだ。
ハレー彗星の場合は、周期が長くなるような向きに自転しているらしい。
核を構成している物質についても、現在は不明な点が多い。世界中の観測体制をつくりあげつつある今回のハレー彗星作戦で、どんな鮮明な彗星像がつくられていくか、楽しみである。

●彗星の巣

ホイップルが「汚れた雪ダルマ」説を発表した一九五〇年、オランダの天文学者オールトが、これまた画期的な仮説を発表した。

「彗星は、すべてもともとは、冥王星のはるか彼方、数万天文単位以上も離れた所にある彗星の巣からやってきたものだ」

というのである。

これまでの歴史で地球から観測された彗星の数は、恐らくは一六〇〇個くらいだろう。一九八三年に活動を開始した赤外線望遠鏡衛星アイラスは、短い期間にたてつづけに数個の彗星を発見した。このことから推すと、宇宙空間に出ると、地上の観測網にかからない沢山の彗星が見えるに違いない。とにかく私たちが考えているよりも遙かに多くの彗星が太陽系の中をかけぬけているだろう。

それらの彗星の中には、太陽のまわりを比較的短い期間でまわっているエンケ彗星（周期三・三年）などのようなのもあれば、一〇〇年をこえる周期の彗星もある。

一般には周期が二〇〇年以下のものを短周期彗星、それより長いものを長周期彗星と便宜的に呼んでいる。これは、周期が二〇〇年以上の彗星には二回以上観測されたものがないことが根拠になっている。

最も長い周期の短周期彗星は、一七八八年にキャロライン・ハーシェルが、そして一九

三九年にリゴレーが発見したハーシェル・リゴレー彗星で、実に周期は約一五〇年だ。

短周期の彗星は、もともと長周期であったものが、太陽系の旅をつづけているうちに、惑星の摂動つまり重力をうけて、徐々に或いは劇的に、軌道が変貌したものと考えられている。短周期彗星は長周期彗星の「なれの果て」というわけだ。

オールトは、そこのところに目をつけた。

「初めて太陽に接近した長周期彗星の軌道を調べれば、彗星がどこからやってくるのか、分かるのではないだろうか」

オールトは当時比較的軌道のよく分かっていた一九個の長周期彗星の軌道の大きさについて、惑星の摂動を考慮しながら、どんどん過去の軌道へとさかのぼっていった。そしてもともとの軌道（原初軌道）にまで行きついて、これら一九個について半長径の統計をとった。半長径とは、楕円の長い方の軸の半分の長さのことだ。

軌道半長径	個数
20000以上	10
20000～10000	4
10000～ 6700	1
6700～ 5000	1
5000～ 4000	1
4000 - 2000	1
2000～ 1300	1
1300以下	0

オールトが調べた長周期彗星の軌道半長径の分布。軌道半長径の単位はAU（天文単位）。

その結果、長周期彗星の原初軌道の個数分布は、半長径が二万天文単位より長いところに著しいピークをもつことが分かった。

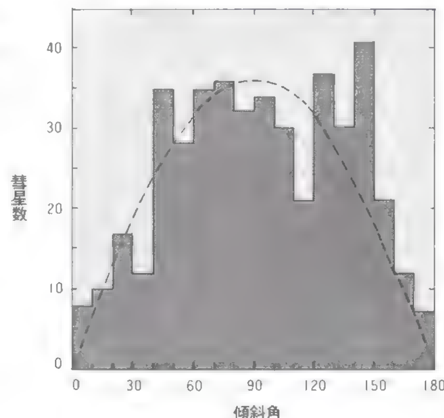
「たった一九個の統計にしては、ずいぶんも

っともらしい言い方をするじゃないの」と言う人もいるだろう。まさしくその通り、一九個という数は信頼のおける結論を出すには、ちょっと少ない。ところが、最近になって、軌道が正確に分かっている彗星二〇〇個について、マースデン、セカニナ、エバーハートらが原初軌道を求め、整理した結果、ほとんどの彗星は、半長径二万天文単位以上のところに「故郷」をもつことが証明されたのだ。

彗星がもともと、とてつもなく遠方からやってきたものだ、ということは分かった。では、どの方向からやってくるのだろう？

やってくる方向は、彗星の軌道面と黄道面（地球の公転軌道面）とのなす角度――軌道傾斜角――で表わすのが便利だ。

一八〇一年から一九八〇年までに現われた四四六個の長周期彗星について、傾斜角の分



長周期彗星の軌道傾斜角の分布。破線は、彗星がいろいろな方向から等方的にやってくるとした時に期待される傾斜角の分布。

布をとると図のようになる。破線はいろいろな方向から同じ割合でやってくるとした時に考えられる傾斜角分布だ。一二〇度から一五〇度あたりに多少のズレが見られるものの、大勢としては、長周期彗星は、どの方向からも同じような割合でやってきていると考えられる。以上の観測事実から、長周期彗星は二万天文単位付近および以遠からほぼ等方的にやってくることが予想される。太陽から遠く離れた太陽系の涯（はて）、冷たい暗黒の空間に、巨大な球殻状の彗星の巣がある！

この巣を天文学者は「オールトの雲」と呼ぶ。オールトは、そこに銀河系の星の数に匹敵する一〇〇〇億個もの彗星が貯蔵され、ゆったりとした雄大な軌道を描いている、と推測している。

しかし、このような謎の雲が、いつどのようにして生まれたのだろうか。このことを理解するには、遠く私たちの太陽系が誕生したころにまで、想いを馳（は）せねばならない。

そこで世界の科学者たちは、多くの謎をとくカギをひっさげてやってきたハレー彗星に果敢に挑もうとしている。そのハレーへの挑戦は、史上かつてない大規模な宇宙国際協力に発展しているのである。

第三章●ハレーのそばへ！

1986年3月、ハレー彗星のまわりに6機の探査機が集う。

一、パドヴァの誓い

◉歓迎！ハレー彗星

　七六年ぶりに母なる太陽のもとへ里帰りを急ぐハレー彗星は、一九八四年の新年には木星の公転軌道の近くにいた。スピードは秒速一二キロメートル。わずか三秒半でフルマラソンの距離を突っ走る速さだ。

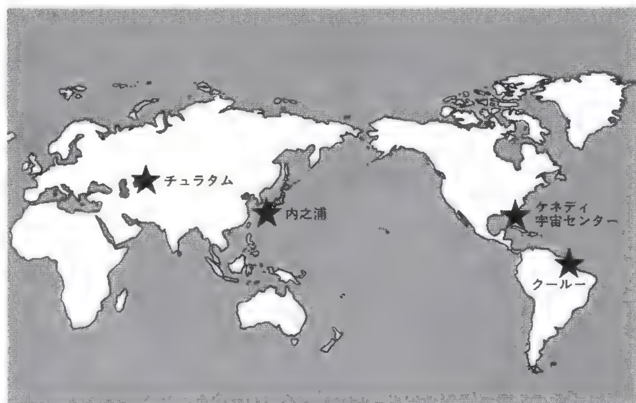
　この遠来の珍客を太陽の近くで出迎えるために、一九八四年末から八五年夏にかけて、五機のロケットがつぎつぎと地球をあとにする。

●一九八四年のクリスマスの前後――ソ連のバイコヌール（チュラタム）宇宙基地から、探査機ヴェガを乗せたD－1－eロケットが二機。

●一九八五年一月――日本の鹿児島・内之浦基地から、試験機MS－T5を搭載したミュー3SII型ロケットの一号機。

●一九八五年七月――南米ギアナのクールー基地から、ESA（ヨーロッパ宇宙開発機関）のハレー探査機ジオットを乗せたアリアン・ロケット。

●しんがりは一九八五年八月――内之浦基地から、わが国初の本格的な惑星間探査機プラネットAを乗せたミュー3SII型ロケットの二号機。



ハレー彗星の探査機が飛び立つ世界の発射場。

　さらに太陽・地球間の引力と遠心力の均衡点（ラグランジュ点）にあって、四年間にわたる停留観測をつづけていたアメリカのアイシー3という探査機は、ジャコビニ・ツィンナー彗星との会合をめざして、すでに八二年六月、ラグランジュ点から移動を開始した。これもジャコビニ彗星のダストによって致命傷を負わぬ限り、その後ハレー彗星へ向かう手はずになっている。

　ハレー彗星は、ちょうどタイミングよくやってきた。ソ連のスプートニクが初めて地球を回ったのが一九五七年。もしもハレー彗星がその頃にやってきたら、日本はおろか、ソ連だってアメリカだってハレーのそばに近づくことなどできない相談だったのだ。おまけにその場合は、ハレーの次の回帰は二〇三〇

年代という計算になるので、その時世界の各地からロケットを発射するとしても、本書をお読みの方のほとんどは見ることができないことになる。

しかしながら、今度来るのは幸いにも一九八六年、ちょうど日本も間に合った、ヨーロッパも間に合った。世界のあちこちに散らばった膨大な数の宇宙開発のスペシャリストたちが、ハレー彗星を歓迎するパーティーの準備に余念がない。

ハレー近接観測をめざす六機の探査機は、いずれも一九八六年三月、一カ月前に太陽最接近を終えたハレー彗星のまわりに集うことになる。

一九八六年は、彗星天文学・太陽系進化論、そして日本の惑星間飛行の歴史が、忘れ得ぬエポックを画す年になるだろう。

●地球を回した町

イタリア・ヴェネツィアの西へ五〇キロ、アドリア海に流れ込む幾本かの川たちに挟まれて、パドヴァの町が静かなたたずまいを見せている。

パドヴァは豊沃な土地。古代ローマ帝国の時代には農業・商業の中心地として栄えた。中世になり幾たびか侵略と天災がくり返されたが、一三世紀、自由都市国家ヴェネツィアが立つに及んで、その庇護のもと、パドヴァは、一二二二年創立のパドヴァ大学を中心に、自由を守る旗手として名声が高まった。

当時のパドヴァ大学は、ヨーロッパのさまざまな既成の政治権力から誇り高く独立して



ハレー探査の国際会議が開かれたイタリアのパドヴァ大学の入口。(1981年)

おり、学者の学位さえも、ローマ法王の名でなく、ヴェネツィア共和国の名において授けられていたほどである。

一九八一年の九月一三日から三日間、このたびのハレー彗星を世界中の協力で調べ尽くそうとする科学者たちが、パドヴァ大学に集合した。ソ連、ヨーロッパ、日本そしてアメリカなどハレー探査機を打ち上げる国々の代表たちや、各地の天文台でハレーを待つ科学者……続々と国際協力プロジェクトの同志たちが合流する――。

パドヴァ会議の冒頭に行われた歓迎講演で、ホスト役のG・コロンボ（パドヴァ大学）は述べている――

「……静かに滑らかに、ヴェネツィアのゴンドラが水面をすべっていくように、近代自然科学の革命はパドヴァに花開いたのです。その革命こそは、中世から近代へと社会を導く

画期的なものでした。……彗星の出現は、自然災害や戦争の前兆として、長いあいだ人びとから恐れられてきました。今やこのような考えを否定すべきときです。ハレー大彗星の近日点通過という願ってもないチャンスに、世界中の人びとと科学者の平和的な協力によって、迷信を打ち破るときです。そしてそのための第一回目の会議が、このパドヴァで行われることに、私は深い歴史的感慨をおぼえずにはいられません……」

コペルニクスは一五〇一年から三年間、ガリレオは一五九二年から一六一〇年までの一八年間、このパドヴァ大学で過ごした。

この大学でコペルニクスは、著名な天文学者ジロラーモ・フラカストロに接し、プトレマイオスの宇宙モデルに疑問を抱くようになる。

ガリレオにとっては、パドヴァ大学の教授時代が、生涯で最も充実し絶頂の時期だった。大学でのガリレオの評判はすばらしく、ヴェネツィア生まれの美しい女性、マリナ・ガンパと出会い、三人の子どもをもうけたのも、ほかならぬこのパドヴァだった。望遠鏡を空に向け、月のあばた面、木星の衛星、土星の「耳」(実はリング)、太陽の黒点などをやつぎ早に発見したのもパドヴァ。これらの諸発見を著わした『星界の報告』(一六一〇年)によって、ガリレオは一介のパドヴァ大学教授から一挙に「世界のガリレオ」になった。

しかしガリレオは、このパドヴァで、後の苦しみの予兆をも経験した。

一つは一六〇〇年二月一七日、ジョルダノ・ブルーノの火あぶり。このナポリ生まれの熱烈な思想家は、コペルニクスの地動説に触れてこれを熱狂的に支持し、アリストテレス

の哲学を執拗に攻撃した。全ヨーロッパにわたる放浪の後、一五九一年、ブルーノはわれわれの舞台パドヴァに入る。パドヴァ大学の数学教授のポストは空席だった。一説では、ブルーノはこのポストに応募したという。翌年このポストにはガリレオが就任、ブルーノは友人の裏切りに遭い、同年五月、異端審問所へ。

ブルーノの身柄はローマに移され、サンタンジェロ城の奥深く、小さな天窓一つの石牢に押し込まれた。九年間にわたる拷問の日々——そして一六〇〇年、ローマのカンポ・ディ・フィオーリ(花の広場)で、ブルーノは、裸のまま手足を縛られ、生きながらにして焼き殺されたのだ。

パドヴァ大学就任時のライバルを、ガリレオは見知ってはいなかっただろう。しかしこの焚刑はガリレオに大きな衝撃を与えた。地動説の全面的な公開に強いブレーキがかかる。以後ガリレオの苦悩は死ぬまでつづいていったのである。

●ガリレオの後継者たち

そして一九八一年。コペルニクスも、ブルーノも、ガリレオもくぐったパドヴァ大学の門を、ハレー彗星探査をめざす科学者たちがくぐっていく。

この会議に日本から出席した宇宙科学研究所の松尾弘毅のルポを、同研究所発行の『ISASニュース』(一九八一年一一月号)から全文掲載する。

おもにパドヴァの記

九月一〇日夜ローマ着。途中コペンハーゲン濃霧のため乗継ぎ便に間に合わず、ドゴール空港で五時間フテ寝。

翌金曜よりIAF（国際宇宙航行連盟）大会に出席。すでに会期末の雰囲気。一日半の出席で三万円はチト高い。午前プラネットAについて伊紙のインタビューに応ずる。午後総会出席。土曜午前セッション出席。何はともあれ〝ローマの半休日〟。早速グレゴリー・ペックの真似をしに出掛ける。ほら、あの、あったでしょ。手首が抜けなくなって大騒ぎする場面。

一三日主目的地パドヴァへ発。話せば長くなるが、要するに前日予約確認したのがあだとなって予約の便に乗り損う。便数多くて大事には至らず。

一三日より一五日まで〝宇宙船によるハレー彗星探査に関わる第一回関係機関会議〟。参加は米国（NASA）、ソ連（科学アカデミー）、ヨーロッパ（ESA）、日本（ISAS）。一三日夜ESA招宴。代表団全員のほか夫人、秘書の出席もあってなかなか華やかな雰囲気。当方憮然。酣のころ小田教授長駆ミュンヘンより車で到着。ただちに軽妙なスピーチで場をさらう。宴に先立って近くのスクロベニ教会訪問、ジオットのフレスコ壁画を見学。その中の一枚〝メイジャイ（マジ）の礼拝〟の画（一三〇三）に一三〇一年出現のハレーをかたどった星が描かれている。神父様より壁画すべてについて説明を受ける。が、何しろ〝ベツレヘムの星〟だろうと〝イパネマの娘〟だろうとどんと素養がないので、全

部で三六枚あったことぐらいしか分からない。皆に英訳してくれたESAのドクター・マノンが特にやってきて、〝分かったか〟とのこと。要するに、誰が見ても分かってない顔つきを私はしていたらしい。

一四日より本会議。会場のパドヴァ大学は何しろ由緒ある大学で、会議室入口にはコペルニクスの胸像などあって荘重なることおびただしい。

招集者ESAの司会で、ソ連、日本、米国、ESAの順で現況説明。米国からIHW（国際ハレー監視計画）に関する提案あり。トピックスとして、ハレーのダストモデルとそれの衝突からの宇宙船の保護に議論が集中。ことにin situ（直接）の計測に重点を置き、核の太陽側五〇〇キロメートルを通過させようとしているESAにとっては深刻で、現在も精力的に検討中。ソ連は一万キロメートル前後のところを通過させる予定のようであるが、微細構造はなお流動的な模様。遠隔観測を目的とするわがプラネットAにとってはそれほど問題ではないが、十分安全な距離の検討は必要。

一五日午後、今後の方針として、

1．四機関の代表からなる計画調整グループを設け年一回会合する。

2．その下に〝ハレー環境〟〝プラズマ科学〟〝宇宙航行及びミッション最適化〟の三ワーキンググループを設ける。

3．地上及び地球周回衛星からの観測はIHWとしてNASAを中心に組織し、四機関はこれに協力する。

ことに合意して散会。会議はきわめて有意義で、ことにソ連の協調的な姿勢が目立つ。この点についてはアヴィエーションウィークに同趣旨の記事あり。

最後に北上してノルウェーのアンドイヤ基地へ。S-520ロケット打上げの可能性の調査。技術的には問題なし。レンジセイフティのおおらかさにわが総務班の労苦を思い溜息。風光明媚の地で歓待を受け、初対面だが気心知れた感じで内之浦の山育ちには心和む一日であった。

パリ経由で帰国。手荷物一時行方不明でまたもドゴール空港で三時間フテ寝。（以上）

これより先、ハレー彗星探査機を打ち上げるプロジェクトは別として、世界中で行われるであろう数多くのハレー観測を、全地球的規模で有効に組織するため、NASA（米航空宇宙局）を中心にIHW（ハレー彗星国際協同観測計画）が一九八〇年から展開されてきていた。

パドヴァでは、このIHWの旗のもとに結集した人びとと、探査機計画を推進する人びととのあいだに、緊密な協力関係を維持していくことが確認された。

ともかくも一九八二年のパドヴァ会議は、人類がロケット・探査機という手段を持って以来初めての、大がかりな宇宙協同観測を、互いに補い合い、綿密に意見交流して、最大限に有意義ならしめようという熱気に溢れた会議であった。そして一九八二年はハンガリーのブダペスト、八三年は日本の鹿児島、ついでソ連、アメリカと毎年開催地を変えながら協力の度を深めていく。

一九八六年、各国の探査機がハレーとの会合を終え、地球まわりの人工衛星軌道や、地上望遠鏡などからの観測が十分になされた後、貴重なデータを持って、各国の科学者・技術者は集う。

軍用シャトルの出現をはじめとして宇宙開発にキナ臭さがたちこめてきている現在、宇宙科学者の永年の夢であった彗星探査が、かくも見事な国際連携プレーで実現されようとしていることの意義は大きい。

一九八六年、パドヴァ大学のコペルニクスの胸像はどのような「星界の報告」を耳にするであろうか。

ローマ法王の権威に抗して真理を擁護する闘いをつづけたガリレオの後継者たち。それにふさわしい豊かな実りを結ばせたいものである。

二、カミカゼ・ミッション

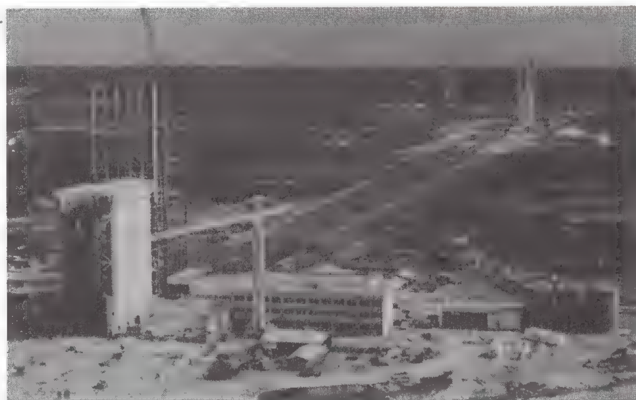
◉サヴァンナの発射場

パリから九〇〇〇キロ——南米ギアナ。

ブラジルの北、大西洋の潮風が心地よい仏領ギアナ・クールーの地に、CNES（フランス国立宇宙研究所）のロケット発射基地「ギアナ宇宙センター」（通称クールー基地）がある。

フランスは、はじめサハラ砂漠のアマギール基地（アルジェリア）からロケットを打ち上げていたが、アルジェリアの独立に伴い基地は閉鎖された。

フランスは代替の発射場を求めて世界中を物色した。人工衛星を搭載したロケットを打ち上げる際には、地球の自転を利用しなければ断然損をする。赤道上では地球表面での自転のスピードが毎秒約四六四メートル、東京近辺の緯度になると自転の半径が小さくなるので自転スピードが毎秒約四〇二メートルにまで落ちてしまう。だからフランスは赤道近くを探し回った。そして白羽の矢をサヴァンナの地クールーに当てた。クールーは東の方向が開けている。東へ向けてロケットを打てば、自転のスピードをフルに活用できる。海



南米の仏領ギアナ・クールーにあるアリアン・ロケットの発射場。

路・空路とも交通の便もいい。広大なサヴァンナの模様替えが始まった。

クールーからロケットが初めて発射されたのは一九六八年四月、ベロニークという観測ロケットだった。それからの一〇年間に、ここから三五五機のロケットが飛び立った。しかしその後イギリス・フランス・西ドイツ等が共同開発した大型ロケット「ヨーロッパ」が、四機にわたって無惨な失敗を遂げ、クールーの設備縮小が開始されたのであった。

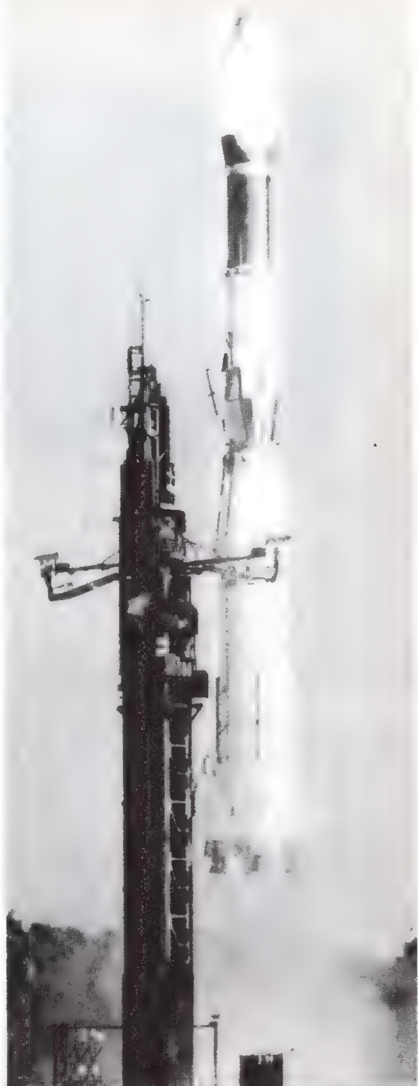
一九七六年、ESA（ヨーロッパ宇宙開発機関）が、アリアン・ロケットという新型ロケットを開発することを決定、クールーはそのアリアンの発射場に指定された。以来、クールーは新たな息吹きを回復した。現在使用中の発射設備に加えて、年間一〇機のアリアン打上げを目標に、新型のアリアン発射設備を建設中である。一九八四年七月には、この

新型の発射設備が完成する予定になっている。

◉探査機のよろい

ヨーロッパ諸国がハレー彗星めがけて放つ探査機ジオットは、静止軌道に乗るもう一つの衛星と相乗りして、一九八五年七月、アリアン・ロケットでクールーを旅立つ。アリアン・ロケットで惑星間軌道へ探査機を送るのは、これが初めてである。

何事によらず、初めてのものは気をつかう。ジオットの飛行とその観測には、さまざまな困難が予想される。



発射台を離れ、ゆっくりと上昇するアリアン・ロケット。

困難の元凶は、すれ違いスピードの問題。

東京の環状線である山手線には、内回りと外回りがあることはご存知だろう。東京上空から見て左回りを内回り、逆回りを外回りと呼んでいる。平行なレールを逆向きに回っているから、すれ違う時はお互いのスピードが加わって、相対速度が大変大きくなる。太陽をまわる地球の公転の向きを内回りと考えると、ハレー彗星は実は外回りにまわっている。

地球上からハレー彗星探査機を打ち上げる場合、秒速三〇キロメートルもの地球の公転速度を利用しないテはないのであって、これまでアメリカとソ連をあわせて約五〇機の惑星探査機が地球重力圏を脱出しているが、例外なく地球の公転の向きに地球から旅立っている。

このため、ハレー彗星の太陽最接近の頃に、この大彗星が探査機ジオットと出会う時は、山手線のすれ違いよろしく秒速六八キロメートルという凄まじい相対速度になるのだ。

秒速六八キロメートルというスピードの物凄さがお分かりだろうか。数字だけ耳にしてもピンとは来ないが、東京から熱海までを一秒ちょっとで通過する、といえば少しは分かるような気はする。鉄砲玉の五〇倍の速さといってもいい。

とにかくこの猛スピードの出会いこそが、ESAだけでなく、各国の探査機の設計と観測計画に数々の難題を投げかけているおおもとなのだ。

太陽に近づき、その高熱であぶられて、大量の気体分子やダストを放出しつつあるハレー彗星に、秒速六八キロメートルものスピードで近づいて有意義な観測をするには、やは

りそれなりの防具が必要である。

そこでシールド（遮蔽板）を身にまとう、ということになる。ではどれくらいのよろいをつけていけばいいかというと、これが実はあまりよく分からない。実験室でのテストで実現できるスピードというのは、せいぜい毎秒一〇〜一五キロメートル程度なのだ。それ以上のスピードを想定したシールド設計は、さまざまな未知の量に仮定をおいた、コンピュータ・シミュレーションに頼らざるを得ない。

昔の武士や機動隊は「豊かな」経験をもつから、そこからどれくらいの防具が必要かということを弾き出せるけれど、探査機の場合、未経験の環境でははっきりした数字を割り出すのが難しいのだ。

試算によれば、毎秒六八キロメートルでブチ当たると、わずか〇・一グラムの小さなダスト粒子でも、実に八センチメートルのアルミニウムの板を貫通できる！

探査機の外板の厚みは普通数ミリ程度だ。彗星核の近くのコマを通過する時、ジオットは数千個・数万個のダストの猛襲を受ける！　これではたちまち探査機はバラバラだ！

じゃあ思い切り厚いシールドにしとけば文句ないじゃないか、という声も出よう。が、いかんせんロケットの打上げ能力には制限があって、むやみやたらに探査機を重くするわけにはいかない。だからシールドをあまり厚くするとその分だけ観測機器を軽くしなければならず、かといってシールドを甘くすると、観測機器が壊れたりして観測データでの見返りは少なくなる。

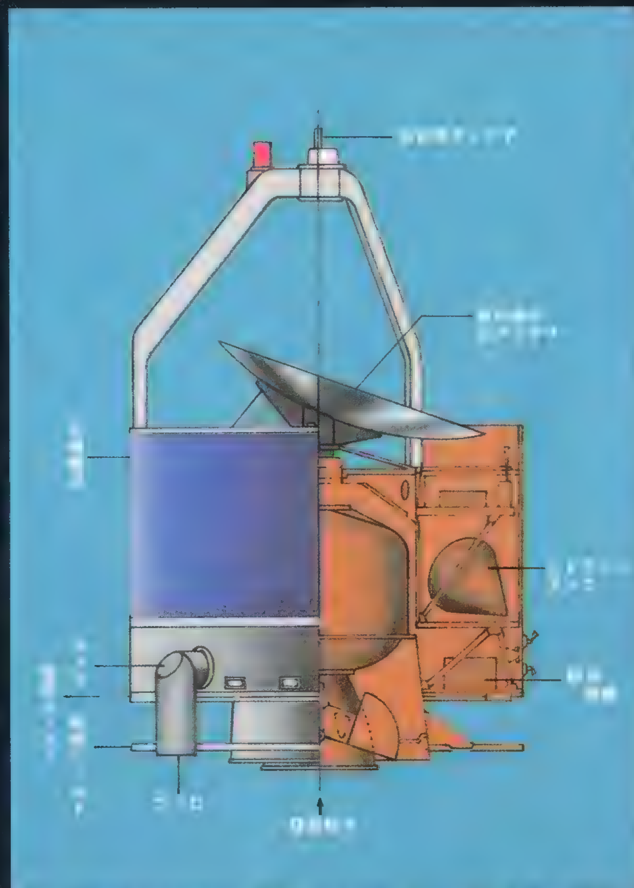
だいいち、八センチのアルミでジオットを保護すると、そのシールドだけの重さが六〇〇キログラムにもなってしまう。アリアン・ロケットの能力から言って、ジオットがハレー彗星と出会う時の重さは四三〇キログラムが限度なのだ。六〇〇キログラムのものを乗せて全体重が四三〇キログラムになるようにせよ?!

しかし考えてみるものだ。絶妙のアイディアが出た。シールドを二枚腰にするのだ。ハレーに突っ込む際の前面に厚さ一ミリのアルミ板、そこから二五センチほどうしろに厚さ一二ミリのケヴラーの板。

厚さ一ミリの前部シールドに激突したダスト粒子はそこで膨大なエネルギーを放出する。そして蒸発したりイオンになったガスが二枚のシールドの間のすき間で自由な状態に拡がる。その結果うしろのシールドに与える衝撃がかなり和らぐ。

実に巧妙だ。この方式を使えば、六〇キログラムの重さのシールドで〇・一グラムまでのダストなら耐えることができる。

このジオットのよろいについては面白い話がある。西ドイツの或る大学院生が修士論文のテーマとして、このジオットのシールドを研究した結果、この程度のシールドではとても耐えられないという結論を出した、というのである。さてこの大学院生が修士課程を卒業できたかどうかは聞いていない。しかしシールドがあれでよかったかどうかが判明するのは一九八六年三月。まさか卒業をそんなに待ってもらうわけにはいくまい……。



ヨーロッパ宇宙開発機関（ESA）が共同開発したハレー探査機ジオット。

◉身から出たさび

このシールドの問題に加えて、観測をする際の難問も浮かび上がってきた。ハレー彗星から飛び出したダストや気体分子が超高速でジオットに衝突すると、おびただしい数のイオンや電子が二次的に発生し、それが探査機のまわりにプラズマを形成してしまうのだ。そのプラズマは、ハレー彗星から出たものか、ジオットの表面材料から出たものか、ジオット搭載のプラズマ観測機器は区別がつかなくなってしまうではないか、というのである。

アポロ宇宙船の飛行士が「月の石」を持って帰ったり、火星に軟着陸したバイキングが生物実験を行なったりした際、何よりも注意しなければならなかったのは、自分がこの汚ない地球から身につけて行った「バイキン」である。自分が連れて行ったバイキンをバイキングが火星上に見つけて、「生命があった!」と叫んだとしたら、こんな滑稽なことはない。

ジオットも、機体の設計と搭載機器の設計に工夫をこらして、自分のプラズマとハレーのプラズマとの混同を最小限に抑えなければ、一体何のためにあんな遠くまで行ったのかわけが分からない。

だから観測後のデータの解析を的確に行うために、探査機からのプラズマの発生過程が懸命に研究された。

その結果、探査機から出た二次プラズマは測定する彗星のイオンの密度に比べると数桁も濃いことが分かった。ただ幸いなことに、探査機を中心にして見た場合、二次プラズマの方はほぼ速度ゼロに近いのに対し、彗星のイオンの方は秒速六八キロ程度になっているはずだ。この速度差を利用すれば、「身から出たさび」は、ほぼ区別できるのではないか、という結論になっている。

　その上、前部シールドの表面を金メッキすることによって、探査機の表面から出るプラズマの量を大幅に抑えるようにした。

　シールドの問題、二次プラズマの問題——これらの厄介な難題があることに、ジオット探査機の設計者グループは設計の初期段階で気がついていた。そしてESAは、これらの難関をのりきるために、特殊な実験を何度も繰り返し、その成果を、アメリカや日本はもちろん、ソ連に対しても公表して、最適設計の便をはかったのだった。

　もちろんESAには、他国からの貴重な助言をアテにする気持も当然あったのだろうけれど、いつも科学の世界はこのようにフェアでありたいものだ。

　このESAの公明正大な態度が契機となって、アメリカの科学者との議論がまず進展し、ついで日本も呼ぼう、ソ連も呼ぼうということで、パドヴァ会議が結実したのであった。

●ハレーの核へ接近せよ!

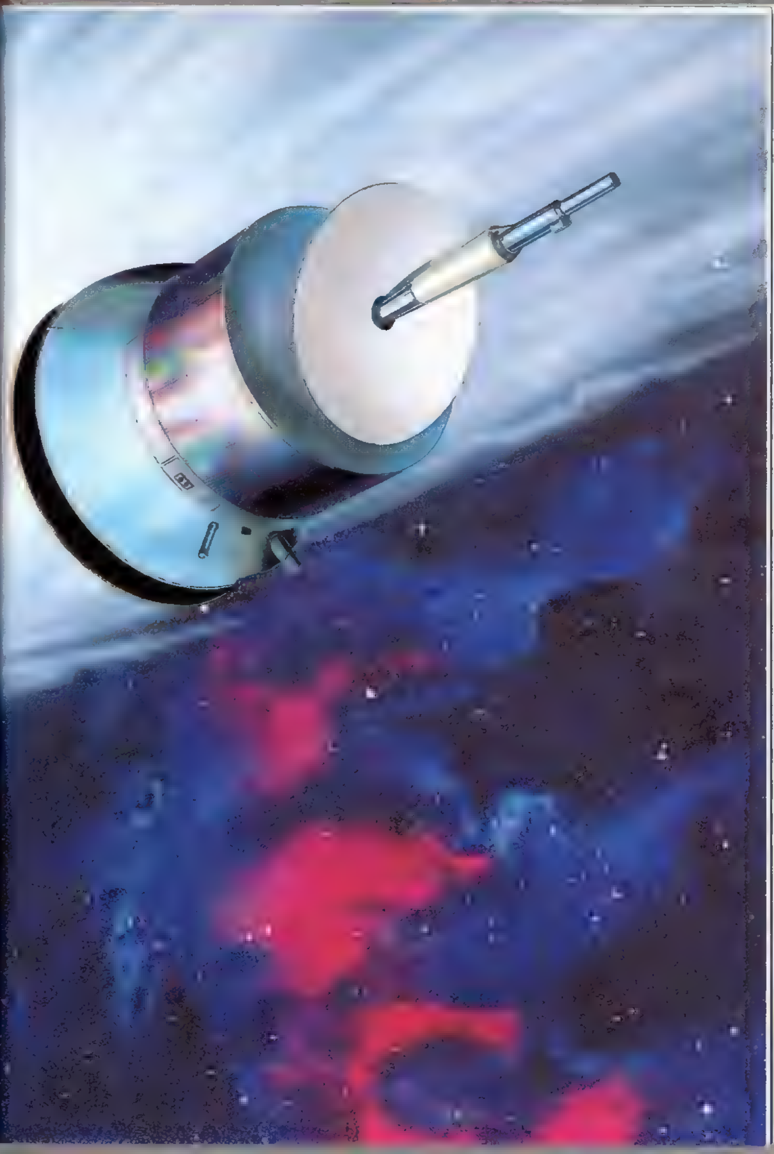
　ESAの探査機の名前「ジオット」は、一三〜一四世紀フィレンツェのフレスコ画の巨



パドヴァのスクロベニ礼拝堂の内部を飾るジオットのフレスコ画「マジの礼拝」。

匠ジオット・ディ・ボンドーネに因んでつけられた。

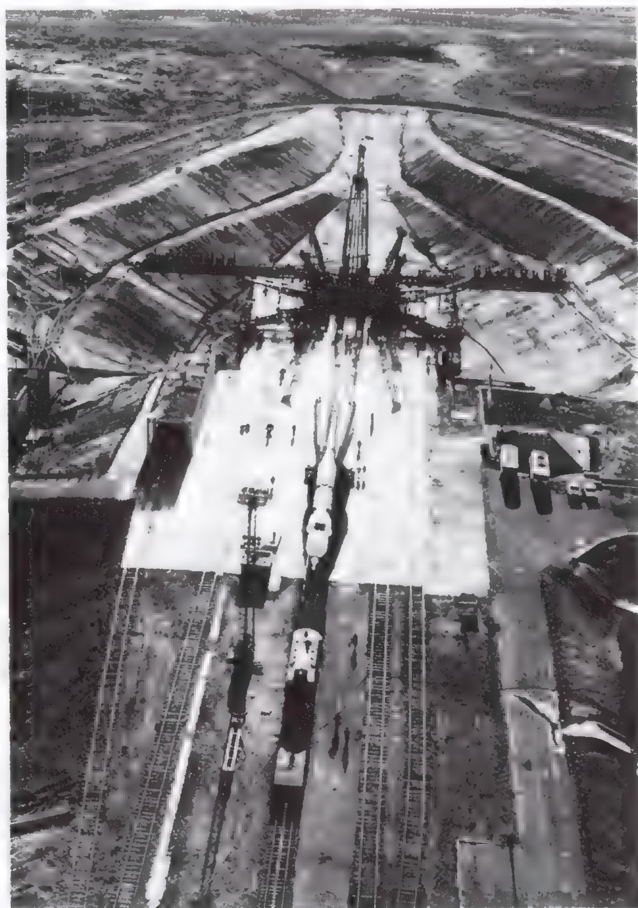
　画家ジオットは、一三〇一年にハレー彗星を見たらしい。そして松尾ルポにもあったごとく、パドヴァのスクロベニ礼拝堂の内部を飾る一連のフレスコ画の中に、その大彗星を組み込んだ。連作の二枚目にある「マジ(Magi メイジャイ)の礼拝」。ジオットはその絵で、ハレー彗星を、東方の三博士をキリスト降誕の地へ導いた「ベツレヘムの星」として描いている。ここでは珍しく彗星が吉報をもたらすものとして描かれている。はたしてベツレヘムの星が本当に、エドモンド・ハレーの保証したようにハレー彗星だったのか、それとも全く別の彗星だったのか、は今のところ問わないことにしよう。ともかくもESAは、このフレスコ画の彗星を、人類史において初めて「科学的」に描写されたハレー彗



ダスト・シールドを盾にしてハレー彗星に大接近する探査機ジオット。

星と考えた。そして栄えあるこのミッションに、「ジオット」の名を冠したのである。
さてできあがった探査機ジオットは直径一・八メートル、高さ三メートル。
何と言ってもジオットの観測の中の圧巻は、ハレー彗星の核表面のカラー写真だろう。何しろ誰も「ほうき星」の表面を直接に見たことがないのだ。目も鼻も口もない、おまけに「汚れた」雪ダルマだとはいっても、初めて見る姿というのは胸が躍る。
この特撮をするのは、焦点距離一メートルの望遠カメラ。像はCCD（電荷結合素子）に結像させる。一〇〇〇キロメートルの所から核の表面上で五〇メートル離れたものを見分けることができるという。
ただ問題は、吹きすさぶ雪アラシの中で、雪ダルマの表面が見えるかどうか、ということだ。ESAの関係者の議論もこの点に集中しているようだ。
ともかくこの映像はBBC（英国放送協会）が放映するだろう。BBCのその番組のディレクターは、ジオットの成功を最も熱望している人の一人に違いない。
望遠カメラと並ぶハイライトは、三つの質量分析計だ。これらの特別設計の質量分析計がハレーのコマの内部の目くるめくような物理的・化学的過程を監視しつづける。核から出てきたばかりの、いわゆる「親分子」も明らかになるだろう。
太陽風と彗星出身プラズマとのせめぎあいも、プラズマ観測機器が観戦する。
ジオットの関係者がいちばん心配しているのは、ハレー彗星の核から五〇〇キロメートルのところを、目標どおりに通過できるかどうか、ということ。このジオットの果敢な試

みに、あのソ連がかつてないサービス精神を発揮している。すなわち——
ソ連の二機の探査機ヴェガのハレー最接近予定は一九八六年三月六日と九日、ジオットは三月一三日。とくにヴェガ1号の軌道・姿勢・カメラ搭載精度と、ヴェガが撮ったハレーの写真とを考え合わせると、地上望遠鏡より高い精度でハレーの位置や軌道を決められる。ヴェガ1号のデータから、ESAはジオットがハレー会合の三〜四日前に行うべき軌道修正の量をはじき出し、ジオットへ電撃の指令を送ろうというのだ。
最後の軌道修正完了！
ジオットが突進していく。最接近四時間前。全観測機器、作動開始。データ取得率が毎秒七キロビットから四〇キロビットにひき上げられる。側面の太陽電池だけでは一九〇ワットの電力しかない。これでは間に合わぬ。銀カドミウム電池、四個とも放電開始。
彗星のダストが激しくジオットを叩く。太陽電池損傷。出力が低下していく。しかし全世界にBBCの電波が駆けている！
人はいつからか、このジオットのハレー突入ミッションを「カミカゼ・ミッション」と呼ぶようになった。ともかくも四時間、最接近までは耐えてほしい。世界中の人びとがそれを期待している。


チュラタム基地。ディーゼル機関車でA-2型ロケットが発射台へ運ばれている。（ノーボスチ通信・提供）

三、金星経由ハレー行き

●ある爆発

一九八三年一〇月二日、世界中を一つのニュースが駆けた。

――ソ連のチュラタム基地で宇宙船ロケット爆発！――

しかも「発射台や関連施設は完全に破壊された」という。

話はその約一カ月前にさかのぼる。一〇月九日、二人の飛行士を乗せて軌道上でさまざまな任務を遂行しつつあるソ連の軌道ステーション「サリュート7号」で異変がおきた。供給ラインが破れて推進剤が宇宙空間へ洩れ始めたのだ。

さあ大変！　緊急態勢！　サリュート内の二人の飛行士は急いで宇宙服を着用、地球降下用のソユーズに移り、地球への帰還に備えた。

一応危険のないことが分かり、二人はサリュートへ戻ったが、事故が宇宙ステーションの命ともいうべき推進剤に関係したものだけに、事態は深刻だった。三二個もある姿勢制御用エンジンのうち、一六個が使用不能に陥り、サリュートは漂流に近い状態で地球軌道上をさまよい始めた。

はやく何とかしなければ！　急いで二人の飛行士が交替要員として配置についた。その二人を乗せたソユーズの打上げ準備が始まった。

秒読みが開始される。発射九〇秒前。突如ブースタの根もとあたりに火の手があがった！　その一〇秒後、緊急脱出システム発動。二人が無事船外へ救出された直後、轟音(ごうおん)とともにロケットは爆発！

その後補給船プログレスが一〇月なかばに地球を出発、一路サリュートの方へ向かった。そしてプログレスとサリュートとのドッキングが成功との報が入った。一応安心！

一〇月二日、新聞紙上に「爆発」の記事を見た時、世界中のハレー探査関係者は一様に「ハレー探査機打上げの関連施設は大丈夫だっただろうか？」と考えただろう。おまけに追い討ちをかけるように、「一一月半ばに鹿児島で開かれる予定のハレー探査の連絡会議が、ソ連の都合で一カ月延期！」の報がとび込んできた。

しかし、あとで判明したところでは、爆発では死者もなく、ハレー探査機を打ち上げるD型ロケットの発射設備も、チュラタムには数基あるそうである。ソ連の学者の弁によれば、ハレー探査機にのせる観測機器の一つが調子が悪く、その担当者が一一月では出席できない、というのが、連絡会議の一カ月延期を要請した理由だった、という。

しかし、ハレー探査の国際協力において大変にのっている ソ連でもあり、またESAの



チュラタム基地から打ち上げられるソユーズ14号。(1974年7月3日)
(ノーボスチ通信・提供)

カミカゼ・ミッションも、ソ連のヴェガの成否に大いに依存している。この爆発が惹き起こした一瞬の不安は、関係者に共通した偽らざる気持だったに違いない。

●古都チュラタム

モスクワのはるか東南東、アラル海の東一七〇キロメートルのあたり、スィルダーリヤ川が東から西へ、灌木の繁みをぬって、ゆったりと流れている。夏は暑く、冬はマイナス四〇度にも達し、猛吹雪に見舞われる。古都チュラタムは、その北岸にひっそりとある。

そのチュラタムから北へ二〇キロメートルほど行った灌木地帯に、一九五五年の初春、宇宙基地建設の鎚音が響きわたった。この地は、ソ連の宇宙開発の父、セルゲイ・コロリョフが選んだ。トルコにあるアメリカ空軍の偵察基地から十分に離れているから、というのがコロリョフの言い分だった。

そして一九五六年に発射基地は完成、翌一九五七年一〇月四日、人類最初の人工衛星スプートニクをのせたA型ロケットが、白煙とともにチュラタムの上空へ消えた。

以来二五年余、数かずの科学衛星、実用衛星、偵察衛星、ソユーズ、プログレス、サリュート……チュラタム宇宙基地からは、世界の注目を集めたさまざまな探査機・宇宙船が飛び立って行った。

ソ連はここをバイコヌール宇宙基地と呼ぶ。しかし、バイコヌール市はここから三四〇キロメートルも離れている。

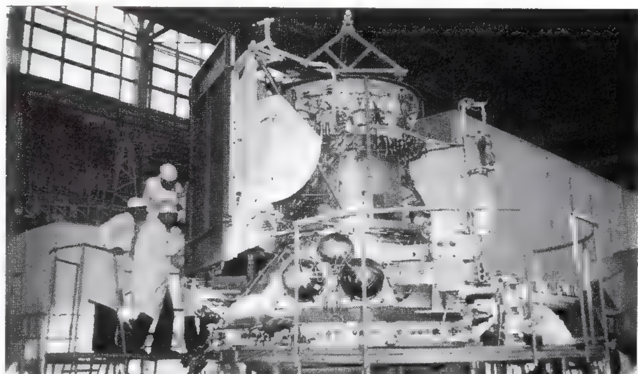
●まずは金星へ——雪景色の旅立ち

一九八四年のクリスマスの頃、D-1-eロケットがチュラタム基地をあとにする。つづいて数日後、もう一機のD-1-e。いずれも金星とハレー彗星の観測器を満載し、全く同じ構造を持っている。このミッションと探査機は、ロシア語の金星（Венера ヴェネラ）とハレー（Галлей ガレイ）の頭文字をとって、「ヴェガ」と名づけられている。

チュラタムの冬は寒い。あたり一面が雪景色の中を、冬の冷気をつんざいてぐんぐん上昇をつづけるD型ロケット。最終段燃焼終了、すでに頭部カバーは外れている。ゆっくりと探査機ヴェガがロケット本体から離れていく。太陽電池の羽が大きく拡げられる。大鷲のような姿となったヴェガが、とりあえずめざすのは、わが地球の隣人、金星である。

チュラタム基地を旅立って六カ月、一九八五年六月、二機のヴェガは、数日の間隔をおいて金星の重力圏へ進入する。このとき、ヴェガの太陽に対するスピードはおそらく秒速約三八キロメートル。金星は太陽のまわりを秒速約三五キロメートルで運動しているので、ヴェガの金星に対するスピードは、太陽に対する速度から金星の公転速度をさしひいて、秒速が三キロメートル強程度になるはずだ。そして、金星の重力に引かれてヴェガはどんどんスピードをあげながら、金星上空へやってくる。

つづいて、金星着陸船とバルーンを放出。



ソ連が1978年９月に打ち上げた金星（ヴェネラ）11号。ハレー探査機ヴェガもこれに似た形になるはずである。（ノーボスチ通信・提供）

まもなく、バルーンが着陸船を離れ、ふくらんでいく。直径五メートルほどになった、バルーンは、ふらふらと浮遊しながら、約二日間にわたって、金星大気の温度や圧力などを測定しつづける。一方地球上では、このバルーンを追跡することにより、金星大気の運動を明らかにしていく。

金星着陸船の方は、高度六〇キロに達すると、減速のためのパラシュートを開く。下降を続けながらさまざまな観測をつづけること約一時間、凹凸の金星表面へ軟着陸。ただちに地表のデータ収集を開始する。X線・ガンマ線を使い、表面物質の組成がつぎつぎにあばかれていく。

◉絶妙のスイングバイ

ところで、金星上空で観測器を落とした後、わがヴェガ探査機の本体はどうするか？

ヴェガは高度約一〇〇キロメートルまで金星に近づき、金星の重力でグーンと振り回されて、大きく向きと速さを変える。そのとき少しロケットを噴かして速度を追加する。そして金星の重力圏を脱出していくのだが、脱出のときは再び金星の公転速度をたし合わせ、太陽に対し、秒速約三九キロメートルをもって惑星間空間へ飛び出て行く。

重力圏に入る角度と速度をうまく調節すると、惑星の重力によって、太陽中心軌道の方向と速度を大きく変えることができるのだ。

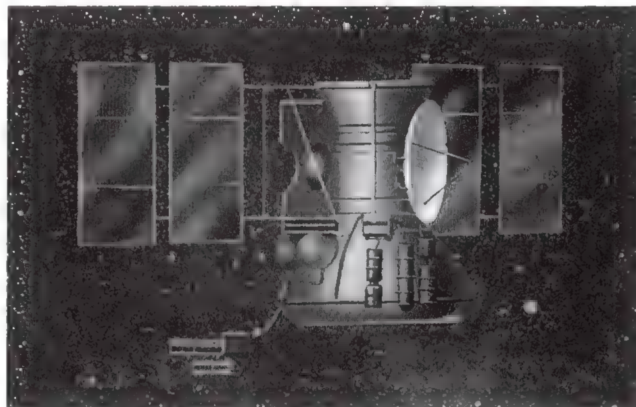
このスイングバイの手法は、今やアメリカやソ連の惑星間飛行の際の常用手段となってきている。うまく探査機を制御してスイングバイで軌道を曲げれば、大幅に燃料の節約ができるからである。

惑星の質量が大きければ大きいほど、またその惑星に近づけば近づくほど、絶大なスイングバイの効果が期待できる。木星や金星はとくに大きなスイングバイの偉力が見られる惑星である。

◉一路ハレーへ！

さて、金星スイングバイを終え、金星の重力圏を脱出したヴェガは、一路ハレー彗星との会合点をめざす。その頃ハレーは火星と木星の軌道のちょうど真ん中あたり。出会いを求めて両者がスパートする。

来るべき猛スピードの会合にそなえて、ヴェガにもジオットと同じようにダスト対策を



ソ連が打ち上げるハレー探査機ヴェガの想像図。

施してある。一〇〇ミクロンの多層のシートと一ミリメートルのアルミニウム・シートのダスト・シールド。

　金星スイングバイを終えてから約二七〇日後、一九八六年三月はじめに、ヴェガはハレー彗星に最接近する。出会いの速度は秒速七八キロメートル。その頃にはすでに広角・狭角二台のカメラと搭載コンピュータから成るテレビ・システムが、白黒・カラー二種の画像を送りつづけているだろう。初めて見るハレーの核とコマ中心部はどんな光景だろうか。

　ヴェガが最もハレーに近づいたとき、その距離は約一万キロメートルだ。その時、狭角カメラは、ハレーの核の表面構造を一八〇メートルくらいの解像力で明らかにする能力があるという。

　ヴェガのカメラにはもう一つ大切な役目がある。ヨーロッパのハレー探査機ジオットの

パスファインダーとしての仕事である。ジオットは、ヴェガのうしろを飛びながら、ヴェガからの貴重な「ハレー彗星軌道情報」のバックパスを、今か今かと待ちつづける。

　パスを受けるや否や、ジオットは、ハレーとの接近距離を一挙に五〇〇キロにまで縮める軌道修正を遂行、ハレーの顔面へ突入していく！

　ヴェガに搭載したその他の観測機器――紫外・可視光・赤外の三チャンネルをもつ分光計、ダストの粒子組成を解明する質量分析計、圧電式のダストカウンター、そしていくつかのプラズマ実験……。

　ヴェガは、さまざまな波長領域で、ハレー彗星のあらゆる観測対象を調べようという、オールマイティに近い探査機だ。

　ソ連は、このハレー彗星探査の国際協力に、非常に大きい熱意を見せている。その態度から推測するに、ソ連はこのハレー・ミッション以後に、より大がかりな国際協力のプロジェクトを持っているのではなかろうか。

　宇宙開発におけるこの史上最大の作戦が、宇宙の平和利用の拡大に持っている役割は、予想以上に巨大なものかもしれない。

四、よみがえる星条旗

◉将棋だおし

アポロ計画のような「大統領のお墨付き」でもなければ、宇宙開発に十分過ぎるほどの予算が与えられることなど望めない相談である。一九八二年半ば頃のアメリカのハレー・ミッション推進者たちは、断腸の思いで、このことを知っただろう。

一九八六年に回帰してくるハレー彗星に、いち早く探査の名乗りをあげたのは、実はアメリカだった。

一九七七年に提出された魅力的計画は、探査機に大きな帆を張って太陽の光を反射し、その反作用で推進力を得る、という斬新なアイディアだった。

あの複雑なエンジン・システムは必要がない！　おなじみの太陽の光だけを利用するこの太陽帆船で問題になるのは、そのヨットの帆である。数百平方メートルもの広さに拡げて、ピンと張ることができ、陽ざしをいっぱいに浴びてもビクともしない強靱（きょうじん）さをもっていなければならない。打てば響くように太陽光をはね返さねば、正確に推力の大きさと方向を予測し制御することができない。しかも長く尾を引くハレーを観測するには、この彗

星が太陽に最も近づく頃が都合がよい。ということは、この巨大な帆は熱にも強くなければだめだ。

マイラーとか、あるいはちょっと高くつくがキャプトンとかいった絶好の材料が開発されている。これは太陽帆船の帆としては、今のところ最適のものと考えられている。

この太陽帆船の舵（かじ）をしっかりとれば、ハレー彗星と猛スピードですれ違うこともなく、適当な速さでハレーに近づくこともできる。場合によってはハレーに軟着陸できるのではないか、とさえ言われた。

しかし残念ながら、世界中のヨット・ファン、天文ファンの熱いまなざしをよそに、この計画は切り捨てられた。理由は、太陽帆の実用性が確かでない、ということだった。

その後いくつものハレー探査計画が現われては消えた。有力と思われたものの中には、太陽電池を利用したイオン・エンジンを噴かして、一九八六年はじめにハレー彗星の頭をかすめ、その後一九八八年にテンペルII彗星とランデブーする、という野心的なものもあった。しかしこれもイオン・エンジンの予算がカットされ、立ち消えになった。

こうしてアメリカの彗星科学者たちは、スペースシャトルを用いてハレー彗星だけをターゲットにする探査機を打ち上げる、という月並みな計画に、最後の望みを託すことになってしまった。

ところが、である。この切り札すら、レーガン大統領の宇宙開発予算削減の大攻勢の前に、あえなく露と消えてしまったのだ。



アメリカが史上初の彗星探査を行うためにジャコビニ・ツィンナー彗星へ、さらにハレー彗星へと向かわせる探査機アイス。

「ハレー彗星がやってくる。ソ連は既に金星経由でハレーに至るヴェガ計画を発表した。ＥＳＡ（ヨーロッパ宇宙開発機関）の諸君は、仲良くジオット計画を進めている。あの日本すら、プラネットＡとかいう探査機を送るというではないか……」

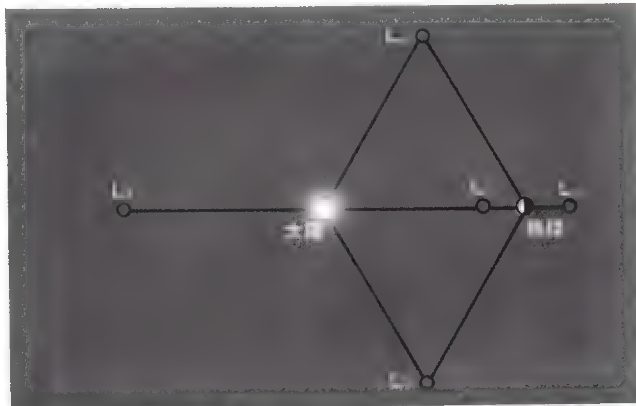
　国策とはいえすべての計画が露と消えて、ハレー・ミッションを実現するために数年来さまざまな準備をしてきた人たちは、どんなに辛かったことだろう――。

●アイシー3衛星

　そんな或る日。

「そうだ！　アイシー3衛星の制御用燃料が十分残っているかもしれないぞ。残っていれば、ジャコビニ・ツィンナー彗星くらいなら行けるかも！」

　メリーランド州グリーンベルトにあるゴダ



太陽と地球のラグランジュ点。

ード宇宙飛行センターの一室で、軌道工学の権威ロバート・ファーカーがすばらしい起死回生の一策を思いついたのだった。

　その「アイシー3」とはどのような衛星だろうか。

　太陽のまわりを地球が回る。地球はなぜ太陽に向かって落ちて行かないのか。それは地球が公転運動をすることによって生ずる遠心力が太陽の引力とつり合っているからだ。

　太陽と地球の間の宇宙空間にも力のつり合っている点がある。太陽の引力、地球の引力、軌道運動の遠心力。この三つの力がうまく釣り合っている点だ。

　ここに置かれた探査機は、わずかな摂動への対応を怠らなければ、太陽・地球との相対位置を変えることなく、ぐるぐる太陽のまわりを回りつづける。つまり、地球がまわれば、この均衡点もまわり、太陽と地球を結ぶ線上

にキチンと来るのだ。

この力の均衡点は、一八世紀のフランスの数学者ラグランジュが数学的に見つけたものの一つで、「ラグランジュ点」と呼ばれている。太陽と地球の影響だけを考えた場合、ラグランジュ点は図のように五つある。ついでながら、図のL_4やL_5は、スペース・コロニーの候補地として近年話題を呼んでいる。

さてくだんのアイシー（ISEE）3なる衛星は、正式名を「太陽・地球国際観測用エクスプローラ」というアメリカの探査機だ。

アイシー3は一九七八年八月一二日、デルタ・ロケットで打ち上げられ、ラグランジュ点のまわりをぐるぐる回る「ハロー軌道」という軌道に配置された。以来四年近くの歳月を、搭載した一三個の観測機器によって、磁場や荷電粒子などの観測をしながら、極めて有意義に過ごしてきたものだ。

アイシー3は、ハロー軌道上にとどまって観測をつづけるので、軌道保持のため、適宜ジェットを噴かしてやる必要がある。そこでヒドラジンという燃料を用いた制御用エンジンが搭載されている。

このアイシー3の軌道制御用ヒドラジンこそ、失意の底にあったファーカー博士が、わらのかわりにつかもうとしているものなのである。

ヒドラジンを噴かしながらハロー軌道を脱出し、あわよくばジャコビニ・ツィンナーという彗星に近づこうというわけだ。

ジャコビニ・ツィンナー彗星というのは、周期が六・五年と短いわりには、適当な活性をもち、太陽に近づくと立派な尾を出す彗星だ。ハレー・ミッションを失ったアメリカとしては、せめて彗星探査一番乗りの栄誉だけは、このジャコビニ・ツィンナー・ミッションで確保したい！

◉ファーカー氏のスイングバイ

ファーカーの猛烈な活動が始まる。

「まずヒドラジンの残量を調べることだ」

問い合せの結果、アイシー3には、毎秒三〇〇メートルの速度を追加する程度のヒドラジンしか残されていないことが分かった。

そこでファーカーは、アイシー3を適当なタイミングで月に近づけ、月の引力で大きく加速してジャコビニ・ツィンナー彗星に向かわせる、という戦略をたてた。ソ連のヴェガのところで述べたあの「スイングバイ」である。

コンピュータとの粘り強い格闘の末、ファーカーの弾き出した策は、

●一九八三年一二月二二日、月のスイングバイ

●一九八五年九月一一日、ジャコビニ・ツィンナー彗星と会合

アイシー3が搭載している一三個の観測機器のうち、彗星観測の武器たりうるのは六つだけだ。宇宙線やガンマ線をモニターしている他の七つは彗星には不向きだ。後者を担当

している科学者グループが、せっかくハロー軌道上にいるアイシー3を、わざわざそこから外してジャコビニ・ツィンナーまで旅をさせることに同意するだろうか、という心配があった。

そこで、最後に月のスイングバイをさせる前に、乏しいながらもヒドラジンを使って地球磁場の尻尾（しっぽ）のあたりをふらついて観測をつづけ、彗星と無縁な観測機器にもできる限り便宜をはかる。そして最終目標であるジャコビニ・ツィンナー彗星へ向かう、という方針になった。

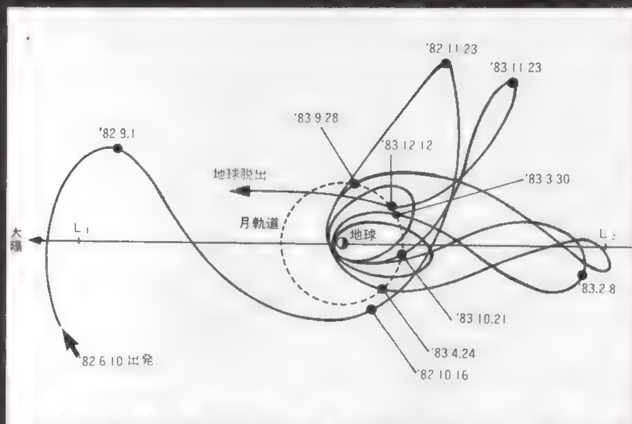
このアイシー3のジャコビニ・ツィンナー彗星ミッションにかかる費用は一五〇〇万〜二〇〇万ドルと計算された。

一九八二年一〇月、この計画は承認され、アイシー3はラグランジュ点から移動を開始した。

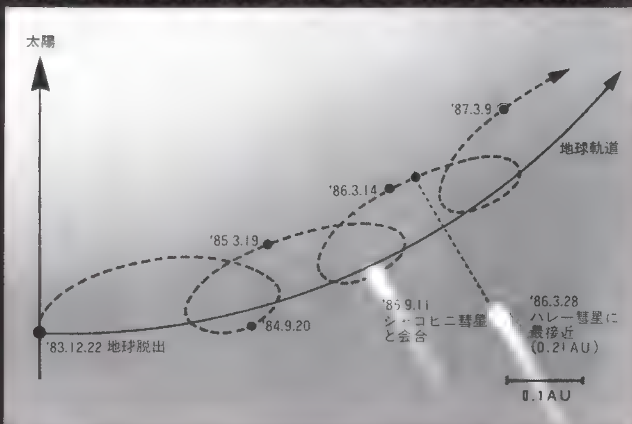
軌道計画は二つの部分から成る。

まず第一に、ハロー軌道から移動を開始し、地球磁場を散歩しながら月との最後のスイングバイを待つ軌道計画。第二に、月とのスイングバイを行い、地球の重力圏を脱出し、ジャコビニ・ツィンナー彗星と会合を遂げるまでの軌道計画。

ファーカーの苦心の結果、この二つの軌道計画は図のように複雑なものとなった。



上図は1982年にラグランジュ点を出発したアメリカの探査機アイシー3が1983年12月に月スイングバイをするまでの軌道。それ以降は「アイス」と名を変え、下図のような軌道を通って、ジャコビニ・ツィンナー彗星に近づく。



◉一九八三年一二月二二日

ハロー軌道から移動を開始してから一年余の一九八三年一一月一〇日。アイシー3に搭載したヒドラジンのエンジンがわずか秒速六・五メートルだけ速度修正した。これによりアイシー3は月に命中する軌道となった。

そして一一月二三日には、あとわずかの修正をして、月の表面から約一〇〇キロメートルの所を通るようにした。

地球から月までは三八万キロメートル余も離れている。こんな遠い距離にある探査機を自由自在に操る人間の力はまことにすばらしい。

そして運命の日は来た。一九八三年一二月二二日、アイシー3が月との最後のスイングバイを行う日だ。

前日の一二月二一日から、ゴダード宇宙飛行センターからは、スイングバイ軌道の微調整を行うため、必死の電波指令がつぎつぎに放たれていた。

というのは、一二月二二日に入ると、昼すぎにアイシー3は地球から見て月の向う側に隠れてしまうからだ。

アイシー3は、運動している月に後から追いついた。地球から見ていると、アイシー3は左から月に追いつき、月の裏側へ隠れた。月の裏側では有名なクレーター「ツィオルコフスキー」のちょっと北を通過した後、午後一時三七分に再び月の右側から顔を出した。

この時のアイシー3の高度は約一〇〇キロメートルだった。

そして一時四四分、アイシー3は月表面に最接近、その三分後、月の夜から昼の領域に入った。

月の裏側に入る前に一度停止された観測が再び開始された。月に近づいた時に時速四六八〇キロだったアイシー3の速度は、この月の重力の加速を得て、時速八二八〇キロにも達した。スイングバイ大成功。ジャコビニ・ツィンナーへの最後の難関は突破された。

このスイングバイの前後に、栄えある電波指令を送る任務を負ったのは、南国グアム島の直径九メートルのアンテナだった。オーストラリア・オローラルの二六メートル・アンテナと、アラスカ・フェアバンクスの九メートル・アンテナもバックアップとして動員された。オーストラリア・キャンベラの三三メートル・アンテナも、アイシー3が月の向う側に隠れる時刻や、月の裏から出てくる時刻を正確に決めるのに使われた。米航空宇宙局（NASA）が意地をかけ総力をあげて遂行したスイングバイであった。

このスイングバイ成功後、NASAはアイシー3（ISEE-3）という名称をアイス（ICE-国際彗星探査エクスプローラ）に変更した。

◉星条旗は死なず

ところで、最後のスイングバイの後、ジャコビニ・ツィンナー彗星に近づく軌道図を、もう一度見ていただきたい。

わがアイシー3改めアイスは、一九八五年九月に史上初の彗星との会合を果たした後、八六年三月にはハレー彗星に〇・二天文単位（約三〇〇〇万キロメートル）の距離まで接近することになっているではないか。

「エッ?! ハレーへも行くのか。アメリカはハレー彗星の接近観測はしないと言ってたではないか！」

一九八二年一一月、ハンガリーのブダペストで行われたハレー探査関係機関会議の席上、ファーカーからこのアイシー3（アイス）の軌道計画を知らされた各国の科学者は、一様に驚きの声をあげた。

ただしアイスは、残念ながらカメラ（撮像装置）を持っていない。したがってアイスがジャコビニ・ツインナー彗星について行えるのは、彗星付近のイオンの観測とか、磁場による尾の形成のメカニズムの解明などに限られる。

そしてアイスのジャコビニ・ツィンナーとの接近は、彗星との出会いが一体どんな感じのものか、について多くのことを教えてくれるに違いない。

ともかく、「人類初の彗星探査機」としての栄誉は、アメリカ合衆国のジャコビニ・ツインナー・ミッションの上に輝く公算が大きい。

そしてその初の会合の半年後、一九八六年三月初旬から中旬にかけて、ソ連・ESA・日本の探査機がつぎつぎとハレー彗星と出会う。もしアメリカのアイスが、ジャコビニ・ツィンナー彗星のダストの猛襲から生き残ることができれば、同年三月末には、これまた

少し控え目な位置から、ハレー彗星に「ハロー」の声をかけるだろう。

さらに驚くべきことは、ファーカーがこのアイスを地上に回収しようとしていることである。

アイスはジャコビニ・ツィンナー彗星の尾を通る。それを地球へ帰還させる軌道に乗せるのは比較的易しい。ファーカーの計算によれば、アイスを地球と月の間を通せるのは、西暦二〇一二年から二〇一五年までのどこかだろうという。その地球と月の間まで戻って来たアイス探査機を、その頃までには完成しているであろう軌道間輸送機で出迎えればよい、というのがファーカーの構想である。

この回収が成功すれば、ジャコビニ・ツィンナー彗星の尾を通過した貴重な外板を、まさしく手にとって研究することができる。

●人工の星の上で

アメリカは、地球のまわりを回る人工衛星軌道からも、精力的にハレー彗星を観測する。

その中で最も魅力的なのは、直径二・四メートル、長さ一三メートル、重さ七トンのスペース・テレスコープ（大型宇宙望遠鏡）によるものだろう。これはNASAが一九八四年初めに、スペースシャトルで打ち上げようとしている。スペース・テレスコープは、このたびのハレー彗星の回帰を、最も長い時間にわたって見つめつづける空の天文台になる。

この望遠鏡の視野角はわずか二・七分角、また厄介なことに、この望遠鏡から見てハレ

ーと太陽のなす角が五〇度以内だと、太陽が怖くてお手あげとなる。しかし、〇・一ミクロンから一・一ミクロンにわたるさまざまな波長域で、長期にわたって小さなスケールの現象をつぶさに観察するだろう。

ハレー彗星は、太陽に近づいてガスとダストを放出しはじめる活性化の最初から、凍てつく暗黒の宇宙への入口にさしかかるまで、ずーっとこの望遠鏡の監視を受ける。紫外・可視・近赤外の眼をもつこの三つ目の化け物に、その活動のバイオリズムは、すっかり把えられてしまうことだろう。

ともかくも、激しい宇宙開発予算削減の中でますます意気さかんなアメリカ。まことに慶賀のいたりである。

五、カノープスの見える丘

●ある感慨

平尾邦雄。六二歳。宇宙科学研究所のプラネットA計画の総帥である。

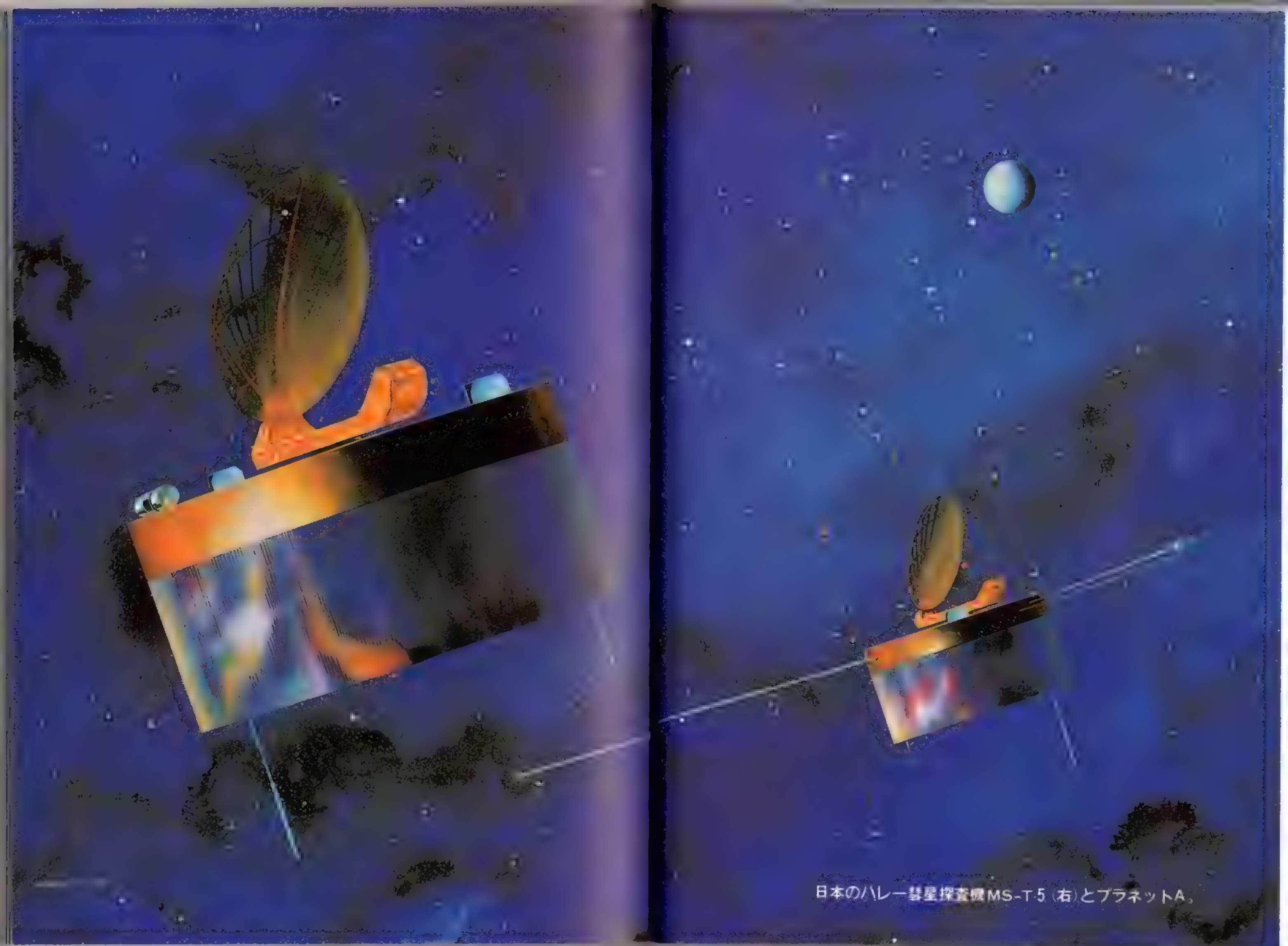
いま彼は、鹿児島・内之浦のロケット発射基地の或る台地で、ちょうど自分の眼の高さくらいまでのぼっているカノープスをながめている。

——もうじき出発だな。アイツらはちゃんとカノープスをとらえて、うまく姿勢制御してくれるかな——。

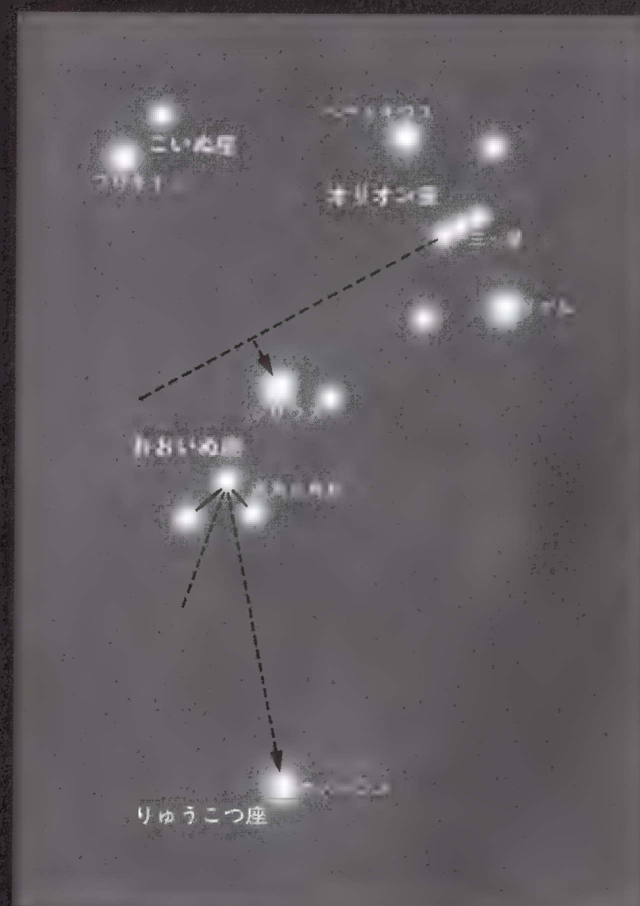
「アイツら」とは、一九八五年の八月にここ内之浦から打ち上げられるハレー彗星探査機プラネットAと、その約半年前の一月に発射される試験機MS-T5のことだ。

冬の夜空。オリオン。三ツ星。

オリオンが南中したとき、その三ツ星を結ぶ線を、向かって左へ延長してちょっと下がると、全天第一の明るさを誇る「おおいぬ座のシリウス」がある。その「おおいぬ」の尻尾とうしろ足とは、ちょうど直角三角形を形づくっている。直角を三等分する二本の線のうちの一本を右下の方へずーっと延長すると、シリウスにつぐ明るさをもつ「りゅうこつ



日本のハレー彗星探査機MS-T5（右）とプラネットA。



りゅうこつ座の主星カノープスの見つけ方。

座のカノープス」がある。

MS-T5やプラネットAは、飛んでいるときに自分がどういう姿勢をとればいいのか分からないので、太陽とこの明るいカノープスを見つけて、これらの方向を基準にして、自分の姿勢を決める。

南への憧れをさそう星カノープス――トロイア戦争で大活躍した海将メネラーオスの船の水先案内をした人の名がつけられている。

カノープスはかなり南（赤緯マイナス五二度四〇分）にあるから、日本で見るのはなかなか難しい。緯度から考えると東京でも見えるはずだが、平将門や太田道灌の時代はいざ知らず、現在のように哀れな夜空をもつ東京から、カノープスを見た人はまずいないだろう。

中国では、滅多に見られないので、老人星と呼んで尊ぶ。見るたびに寿命が延びるというありがたい星だ。

いま平尾邦雄の立っている計器センターの台地から見ると、カノープスは海から出て海へ沈む。

――あれは、いかの釣り舟だろうか……。

沖合にかすかに揺れる光に目をこらして、平尾邦雄の想いが、十数年前の内之浦へと流れていった。

――あの夜、祝賀会で焼酎をしこたま飲んで、風にあたろうとしてここへ来た。あの時



1970年２月11日、ラムダ４Ｓ型ロケット５号機は、日本で初めての人工衛星「おおすみ」を地球を回る軌道にのせ、日本はソ連・アメリカ・フランスについで世界第４番目の人工衛星の自力打上げ国となった。



「おおすみ」の重さは24kg。軌道の傾斜角は31度、近地点は350km、遠地点は5140kmで、今も地球のまわりを回っている。

宇宙科学研究所のミューロケット・シリーズ。「能力」の欄にあるのは、高度 250 kmの円軌道に投入できる人工衛星の重量。ハレー彗星探査機を打ち上げるＭ-３ＳⅡ型ロケットは第５世代のミューである。



名称	M-3S	M-3H	M-3C	M-4S
全長（m）	23.8	23.8	20.2	23.6
重量（ton）	48.7	48.7	41.6	43.5
能力（kg）	300	300	195	180

もカノープスがあり、ちょうどあの辺にいかの釣り舟がいた……。

一九七〇年二月一一日一三時二五分、いま平尾邦雄の立つ台地――いつからか実験班はここを「カノープスの見える丘」と呼ぶようになった――のすぐ下に見おろせるラムダ台地から、日本初の人工衛星「おおすみ」を乗せたラムダ4S型ロケットの五号機が飛び立った。そして四四〇秒後、第四段モータが燃焼を終え、「おおすみ」は地球を回り始めた。

過去四度の衛星打上げに失敗し、マスコミの批判の矢が鋭く浴びせられる中で、東京大学宇宙航空研究所（現在の宇宙科学研究所）が、背水の陣を敷いてやりとげた快挙であった。

以後宇宙研の人工衛星打上げは、ミュー・ロケットの時代を迎える。

M-4S、M-3C、M-3H、そして現有のM-3Sと、着実に打上げ能力を向上させてきたミュー・シリーズは、一九八四年二月現在、一四個の科学衛星・試験衛星を、地球をまわる軌道に投入した。

●発端

一九七〇年代の末、宇宙研では、

「惑星間空間にまで探査の足を延ばしたい」という声が強くなっていた。とりわけ惑星間空間のプラズマとくに太陽風に、大きな興味を抱く人が多かった。

他方、同じ宇宙研のロケット関係の研究者は、アメリカ・ソ連のあいつぐ太陽系探査機

を横目に見ながら、

「何とかわれわれも」

と考えていた。そして、ミュー・ロケットの改良によって地球の重力圏を脱出する可能性について、真剣な検討が始まったのである。

いくつかの惑星探査案が提出され、検討された。そして、ハレー彗星探査という目のさめるようなプロジェクトが浮かび上がった。

ハレー彗星は、周期七六年という長い楕円（だえん）軌道を描きながら、太陽のまわりを回っているが、その軌道の面は、黄道面（地球の公転軌道面）から一八度も傾いている。

太陽に最も近づいた頃にハレー彗星が最も長い尾をもつことから考えれば、その頃に探査機と出会うのが好ましいのだが、その頃ハレー彗星は黄道面から離れた所にいる。

探査機の軌道を黄道面から離すには、一般に多大のエネルギーが必要なので、ロケットを打ち上げる側の言い分では、ハレー彗星と出会うのは黄道面にしたい。ハレー彗星が黄道面をよぎる点は二つある。南から北へぬける点を昇交点、北から南へ沈んでいく点を降交点と呼ぶ（44ページ参照）。ハレーを相手とする場合、降交点で会合する方が打上げエネルギーが少なくて済むことが計算から分かった。

打上げエネルギーが少なくて済めば、その分探査機の重さをかせげる。

こうして、宇宙科学研究所のハレー彗星探査機は、降交点会合、一九八五年夏の打上げ、会合は一九八六年三月、と決定された。

ミュー・ロケットの最新鋭機M-3SⅡ型の設計・開発が始まった。

探査機は、日本初の惑星間飛行を記念して「プラネットA」と名づけられた。プラネットAの設計も進み始めた。

宇宙研では、これまで新しいロケットを打ち上げる際、第一号機は、ロケットの能力の確認を兼ねて、試験衛星を打ち上げることにしてきた。プラネットAの場合も、MS-T5という試験探査機を打ち上げることを計画した。なにしろ初めての惑星間飛行である。MS-T5は当然そのための未経験技術の習得にも役立つ。

そしてMS-T5の打上げは、ハレーにできるだけ近づくことを目標に、プラネットAの約半年前と決められた。

プラネットAがハレーに近づいた時、地球との距離は一億七〇〇〇万キロ。電波が届くのに九分半もかかる。こんな遠距離での通信は、日本では初めてだ。直径六四メートル、世界最大級の大型パラボラアンテナを、八ヶ岳山麓の長野県・臼田町に建設することも決まった。

ロケット、探査機、大型アンテナ——一斉に設計作業がすすんでいく。めざすは一九八五年はじめ、まずはMS-T5の打上げ。

大きなプロジェクトがはじまった。



秋田県能代ロケット実験場における地上燃焼試験
（M-3SⅡ型ロケットの第3段モータ）。

◉北国の燃焼テスト

ハレー探査機を運ぶM-3SⅡ型ロケットは、現有のM-3Sの第一段モータだけを活かし、第二段・第三段・補助ブースタを新設計する。また地球重力圏の外へ探査機を送るスピードを与えるため、とくに最上段に、やはり新設計のキックモータを装備する。したがって、四種の新開発モータがあることになる。

宇宙研の新規開発モータは、秋田県の能代ロケット実験場で燃焼テストを行う。

日本海を臨む浅内海岸で黙々と作業に励む実験班員。

ロケット・モータの前部を動かないように固定して燃焼させると、その前部が受ける力が推力として測定される。モータの中の圧力や温度等々いくつもの測定項目が克明に測ら

れ、データが収録される。
きちんとモータの特性が分からなければ、ロケットがどのように飛んでいくか、全然予測がつかない。だから本当は、実際に打ち上げる前に、新しいモータの燃焼テストを五、六回くらい行えれば大変安心だ。しかし宇宙研には、そんなに何回も燃焼テストを行うほどお金がない。

泣く泣くせいぜい一回か二回のテストで、すぐ内之浦の本番、ということになる。

モータテストが晩秋から冬にかけて行われたりすると、実験班は完全防備、長靴すがたで、白い息を吐きながら、深い雪の中をとびまわる。

東京に家族を残して、二週間・三週間の作業をやりに北国へ来る。燃焼テストが終わって帰京すると、息つくひまもなく、今度は内之浦での打上げのため、また鹿児島出張。

少ない人数で、燃焼テストから打上げまでの間に介在するさまざまな仕事をこなさなければならない。宇宙研職員の夫人たちの苦労は、ロケット後家（ウィドウ）という誰からともなく言い出した言葉によく表現されている。

秋田へ鹿児島へと、みんなでぞろぞろ移動するから、東京にいる時期もみんな同じ頃になる。だから宇宙研の職員の子供たちは、どうも生まれ月が同じ頃になる、という話も、面白いが笑えない話だ。

ともかくも、この能代の燃焼テストは、どのようなロケットにも欠かせない、地味だが重厚な背骨なのである。実験班員の風すさぶ中での作業を支えているのは、宇宙開発への

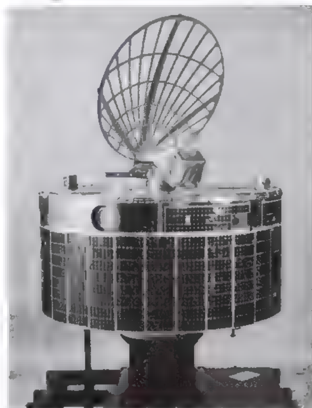
火のような情熱と、その夜旅館で口にするであろう「キリタンポ」の美味にほかならない。

一九八三年末現在、M-3SII型ロケット各段の新設計モータは、すべて少なくとも一回、能代の燃焼試験の洗礼をうけた。そして予定通りの推進性能を確認している。

◉紳士たちの話し合い

ロケットの設計開発と並んで、探査機MS-T5とプラネットAも開発が進む。

そもそもどのような観測を行うかということについて綿密な検討がされたのち、MS-T5には太陽風の観測および太陽風とハレーの相互作用を研究する装置三台がつまれることになった。またプラネットAの方は、水素コロナを撮像する紫外線カメラと、彗星まわりの太陽風の流れを観測する機器を搭載する。


組み立てを終わったMS-T5。

個々の装置のしくみについては、その道のベテランたちのやること、私などの口をはさむすじはないが、とにかく大変なのは探査機の重さの問題である。

すでに性能の分かっているロケットを使うなら、探査機の重さもピシッと目標を決めてやっていける。しかし今度の場合は、既存のロケットでは能力不足なので、新しいM-3

ハレー探査の夢をのせて　M-3SⅡ型ロケットの打上げ。

SⅡ型というロケットを開発しているのだ。そのロケットの設計が進み、打上げ能力がはっきりするのを待っていれば探査機の設計も楽なのだが、どっこいハレー彗星は待っていてくれない。

　だからMS-T5とプラネットAの設計目標重量は、M-3SⅡ型ロケットの設計者がはじいた打上げ能力の目標に沿って、当初一三〇キログラムくらいと定められた。

　実はロケット設計者の側では、不確定要素も多いことなので、打上げ能力ははじめは多少低めの値を言わざるを得ない。探査機の側もその低めの目標をめざし、骨組みや接続部分に強くて軽い新材料を使うなど、大減量作戦を展開して努力するのだが、やはりなかなか目標重量の中におさまり切れない。

　ロケット側・探査機側両者の設計進行に伴って、味のある会話が交わされる。

(ロ)「どうですか、プラネットAの重量はどこまでしぼれましたか?」

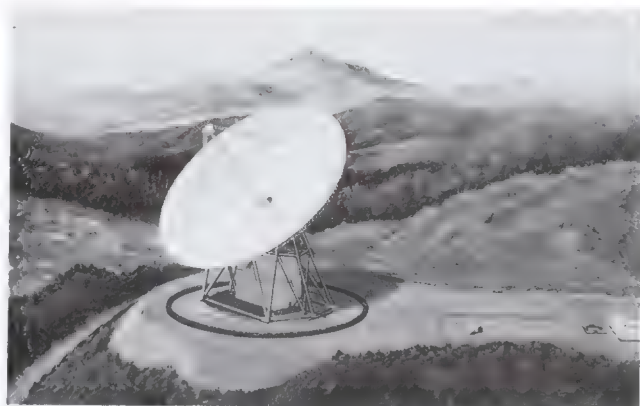
(探)「いやあ、なかなか一三〇キロというのはつらいですなあ。あと五キロぐらいどうにかなりませんか?」

(ロ)「こっちもギリギリの線でしてね」

(探)「多少は隠し財産はあるんでしょう?」

(ロ)「それが今回に限ってきびしくて……。それにしても五キロもオーバーというのは行き過ぎだなあ。かなり安全を見てるんじゃないですか?」

(探)「いや、そんなことはない。もうこれ以上一グラムも軽くなりそうもないんです」



長野県臼田町に建設中の直径64mの大パラボラアンテナ。

(ロ)「いっそのこと、ハレーはやめますか」
(探)「冗談じゃない、私に首をくくれというんですか！」
(ロ)「私もいっしょにくくりますよ」

押さば引け、引かば押せ。このあたりの駆け引きの妙は、体験した者でなければ味わえない。永年にわたってお互い苦楽を共にした同士、何度も繰り返された会話ながら、いつもまじめに人間らしく——あくまで紳士たちの話し合いである。

探査機もロケットも開発の進行に伴って数字の調整も細かくなり、紳士たちの話し合いも迫真の度を増してくる。そして最後には、ロケットの能力は正真正銘最大限、探査機の重量は掛け値なしの最小限ということで合意となる。現在、MS-T5もプラネットAも、重量はほぼ一四〇キログラム。M-3SII型のハレー・ミッション遂行能力もほぼその程

度と見積もられている。

◉孤独な旅の唯一の友

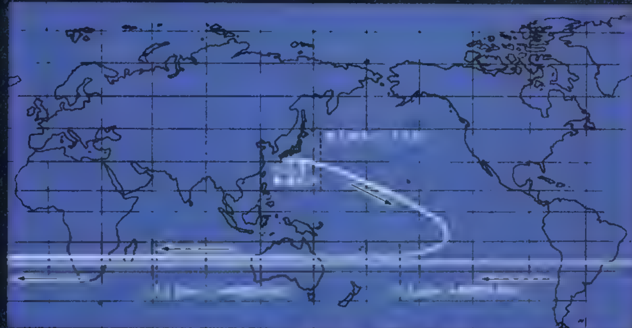
まわりには誰もいない宇宙。プラネットAが地球を旅立った後、話相手になってくれる唯一の地上の友が、長野県臼田に建設中の大型パラボラアンテナだ。

惑星間空間から送られてくる電波のエネルギーは、地球をまわっている人工衛星にくらべて非常に小さい。プラネットAの場合、ハレー彗星会合時には一〇〇〇万分の一以下になってしまう。

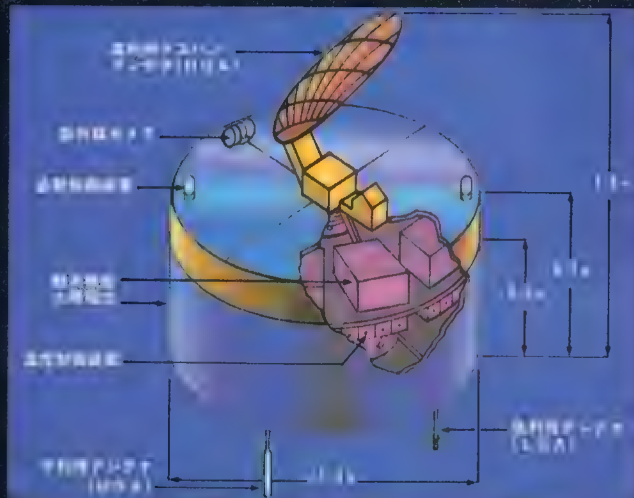
微弱な電波をキャッチするには巨大なアンテナが必要だ。おまけに巨大アンテナの環境も大事。建設地の臼田は、標高一四五〇メートル。人里離れ、航空路からも外れ、雑音がない。電波の受信にはもってこいの土地だ。

ハレー彗星は容赦なくやってくる。山を削り、谷を埋め、突貫工事は続いている。組み上がったアンテナは、試験・調整を重ねて、一九八四年一〇月には完成、翌年はじめ打上げのMS-T5の電波をガッチリと受けとめる。

ハレー彗星では終わらない。今後わが国で花開くであろう「月・惑星探査シリーズ」や深宇宙プロジェクトでの国際協力で、この直径六四メートルの大皿は、不動の地上基地として活躍、「世界のウスダ」として脚光を浴びることは疑いない。



打上げ後のプラネットAの軌道（地球上への投影図）



日本のハレー探査機プラネットAの構造図

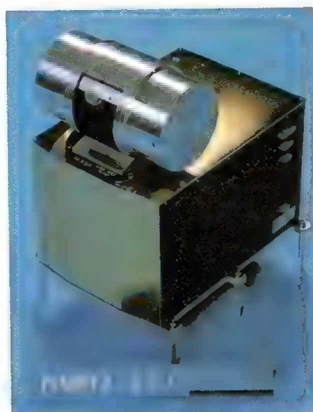
◉波濤を越えて

一九八五年一月、試験探査機MS-T5の打上げ。これもうまく行けば、一九八六年三月はじめ、ハレー彗星に五〇〇〇万キロメートルという距離まで近づく。

MS-T5の経験は、半年後の本探査機プラネットAに大きく活かされよう。

そして八月。ハレー彗星探査の夢を乗せて、M-3SII型ロケットが、轟音とともに、東へ向け鹿児島・内之浦をあとにする。発射後四一四秒、第四段キックモータ燃焼終了、毎秒一一・四キロメートルのスピードを獲得。地球引力圏を脱出するのに十分な速度だ。発射後七分、プラネットAは内之浦の視界から消える。約五時間後、再び内之浦の可視域に入るまで、日本からは探査機が見えない。この五時間は、巣立って間もないわが子プラネットAへのいとおしさと不安が、実験班全員に充満する時間帯になるだろう。

この不可視の五時間のあいだ、姿勢制御用ガスジェットによって、プラネットAのスピンを毎秒二回から毎分三〇回まで落とし、太陽センサーの力も借りて、スピン軸が太陽方向に対して垂直に向くよう自動的に制御する。



プラネットAの紫外線カメラ。

そしてプラネットAの各機器は、横腹にある太陽電池から約六八ワットの電力供給を受け始める。打上げ直前からここまでは、機内のニッケル・カドミウム電池ではたらいてきたのだ。

そしてふたたび、プラネットAが内之浦から見え始める。追跡班の歓びの声が衛星追跡センターにこだまする。この可視時間帯に、宇宙開発事業団の勝浦追跡局のアンテナの向きに、長野県臼田にある大型パラボラアンテナを追尾させる。

大型パラボラのビーム幅はわずか〇・一四度。プラネットAを初めて捕捉(ほそく)する時は、他のアンテナに追尾するかたちにならざるを得ない。しかしいったん捕捉し、プラネットAの高利得アンテナとの通信路が確立してしまえば、正確にプラネットAの軌道を決定できる。

第二回目の可視。プラネットAの高利得アンテナを正規の状態で使えるよう、探査機のスピンを一〇秒に一回の程度に落とし、スピン軸を黄道面に垂直にするよう姿勢制御する。再び軌道決定の作業。第三可視時、第四可視時、さらに正確な軌道算出。

打上げ後五日、第五可視時。第四段モータ燃焼終了時の速度ベクトルの誤差を修正すべく、第一次軌道修正。ガスジェット噴射。修正終了。プラネットAはスピン軸を黄道面に向けた姿勢で、一路ハレーとの会合をめざして飛びつづける。

約一カ月後、必要に応じ第二次軌道修正。

出会いの時が近づく。会合の数十日前、姿勢の微調整、紫外線カメラの力を最大限に発揮させるべく、スピン数を五分に一回に減少、ハレー撮像開始！

一九八六年三月八日、プラネットA搭載の紫外線カメラがハレーの像をつぎつぎと地球へ送り届けている――平尾邦雄はふたたびあの「カノープスの丘」に、パイプの煙をくゆらせながら立つであろうか。メネラーオスの船をみちびいたカノープスが、いまは天にあって、プラネットAを導いて行く……。

こうして、ハレー彗星に関心をもつ世界中の人びとの動員態勢は固まった。IHWと六つの探査機は、空前の規模の協力体制を敷いて、ハレーを待ち受ける。

世界各地の大望遠鏡も一斉にハレーをにらむ。

航空機も、バルーンも、観測ロケットも応援にかけつける。そして何よりも心づよい熟練集団としてのアマチュア天文家たち。

これほど多くの人びとが、太陽系と彗星の謎(なぞ)を解くために献身しようとしている。ハレー彗星のこの観測合戦は、その観測結果の学問的価値もさることながら、人びとを宇宙へ太陽系へといざなう第一級の事件に成長しつつある。

第四章●観測と仮説のデュエット

太陽から遥か数万光年の闇に彗星の巣があるという。

一、もう一つの惑星系

◉夜空の穴が埋まるとき

或る日突然、宇宙のどこからともなく大きな暗黒の雲が現われ、太陽系に迫ってきた。地球上の科学者はただ驚いて、迫り来る雲の動きを見守るばかりだった。地球と太陽の間に来た時、その巨大な雲は、太陽光線のほとんどをさえぎり、地球の全体が極寒の地獄となった。

やがて、その暗黒の侵入者が単なるガスやチリの集まりではなく、複雑な分子を含んでいることを、地球上の科学者は発見した。その雲は高度な化学反応の結果できたもので、空間にひろがる質量そのものが実際に生命を持ち、しかもその知能は、人類を遙かにしのぐものだった。

科学者はいろいろと工夫して、何とかその雲に立ち退いてもらおうと、信号を送った。しかし政治家ときたら、雲と交渉する気などはじめからなかった。それどころか暗黒の雲に向かって水爆を何発も発射した。すかさず雲は水爆を投げ返し、地球は日を覆うような惨状を呈した。

しばらくして雲は、突然移動し始めた。そして静かに宇宙の果てへ去っていった。地球上の人類は大きな被害を受け、一体何がおきたのか分からなかったが、ともかく安堵の胸をなで下ろしたのであった――。

そっくりこのような話がおきるはずはない。ところが、この著名な理論天文学者フレッド・ホイルのSF小説『暗黒星雲』の作り話に、一応の事実の裏づけがあることが、意外にも明らかになってきた。

ホイルがこの本を書いたのは一九五〇年。それ以後の電波天文学の発展によって、星と星のあいだの大きな雲の中で、現実にずいぶん複雑な化学反応がおきていることが分かってきたのだ。

ウィリアム・ハーシェルが今から二〇〇年も前に、恒星の間に漂う暗黒星雲を発見したとき、彼は自分のすばらしい助手である妹のキャロラインに、大まじめで言ったものだ。

「これは夜空にあいている穴だよ。ここからのぞくと無限の彼方まで見えるんだ」

それから一〇〇年、一九世紀の末には、他の原子と結合していない原子が宇宙空間に漂っていることが、分光学的研究から分かってきた。しかし、まさか化学反応がおきるわけはない、と信じられていた。

一九三〇年代になると、光のスペクトル分析で、星と星の間のガスに一酸化炭素などがあることが分かり、また星間の雲の中にも、分子の破片とも言うべきシアン基などの原子団が発見された。

でも、ホイルの『暗黒星雲』が出版された頃の天文学では、この辺が限度だった。というのは、さまざまな分子を発見するのに絶好の方角が、大きな塵の雲に覆われて、可視光線が通れないからだ。

しかしやがて、この塵の雲は、電波を使えば透けて見えるのではないか、と考えられるようになった。事実水素の出す波長二一センチの電波は、波長の短い光と異なり、塵の雲を楽々と通り抜けることが分かった。

こうして電波で見た宇宙には、数十種類もの分子のスペクトル線が見つかったのである。可視光線では観測できなかった暗黒星雲——あのハーシェルの「夜空の穴」の姿も、電波望遠鏡の力で明らかになってきた。それは分子になったガスと固体の微粒子の混合物だった。一九六八年、アンモニアと水蒸気が発見されたのを皮切りに、ホルムアルデヒド、青酸、メチルアミン、エチルアルコールなど、五〇種以上の分子が、暗黒星雲の中で見つけ出された。発見された分子の七割以上が有機化合物だった。

それ以来、暗黒星雲をその実態に即して「星間分子雲」と呼ぶことが多い。

ハーシェルの「夜空の穴」は、こうして完全に「埋められて」しまったのである。

●野辺山宇宙電波観測所

冬——

長野県八ヶ岳はすっかり雪におおわれる。その八ヶ岳の雄大なスロープの裾をめぐって、



宇宙からの電波を受ける野辺山の直径45mパラボラアンテナ。

国鉄小海線が走っている。標高一〇〇〇メートルを越える駅が七つもある。最も高い駅が野辺山駅だ。標高一三四五メートル。日本最高地の国鉄の駅である。

冬には一〇センチほど雪がつもる。晴れた冬の日には、澄み切った高原の大気を通して、太陽の光が地上にあふれる。銀色に光る八ヶ岳が美しい。

野辺山駅から歩いて二〇分、東京大学野辺山宇宙電波観測所がある。直径四五メートルもある電波望遠鏡のパラボラアンテナ——その白い巨体が観測所の目じるしだ。

大きなお椀の形をした電波望遠鏡は、宇宙からやってくる電波をとらえる。星ぼしの誕生や星雲の様子を、そこにある物質の分子が出す電波から調べている。

野辺山の電波望遠鏡が観測する電波は、ミリ波と言われる波長一ミリから一センチの短

い波長だ。このミリ波の部分に、さまざまな分子の出す電波が集まっている。
エレクトロニクスが発達して、ミリ波の電波観測ができるようになったのは、やっと一九六〇年代に入ってからである。
一九八三年一月、野辺山の四五メートル電波望遠鏡がオリオン星雲に向けられた。その星雲は、あの冬空を飾るオリオンの三ツ星の下にある。
東の空からオリオンの三ツ星が行儀よくたてに整列してのぼってくると、電波望遠鏡のお椀が動き出した。東から西へ、天空を横切って進むオリオン星雲にぴたりと照準を合わせて、電波望遠鏡がゆったりと動いていく。
観測は何日間もつづけられた。

◉ついに発見されたガス円盤

オリオン星雲の周辺には、水素を主成分として何十種もの微量な化合物を持つ巨大な星間分子雲がある。それは絶対温度一〇度（摂氏マイナス二六三度）前後の極低温の世界であり、一立方センチあたり水素分子一〇〇〇個ほどの密度。これは宇宙空間にしては高密度である。低温であれば分子の運動は不活発で圧力は低くなる。密度が高く圧力が低いと、分子雲は自分の重みで縮んでいく。しかも、いろんな物質があって複雑な化学反応がおきているらしい。
こういう場所では星が生まれているに違いない、と科学者は考えていた。


オリオン大星雲。数多くの星が誕生しつつある所と考えられている。

最近の電波や赤外線による観測結果から、オリオンの星間分子雲の中に、強いエネルギー源があることが分かってきた。太陽の一〇〇〇倍以上のエネルギーを放射し、猛烈な勢いでガスを四方へ吹き飛ばしているらしい。地球からの距離は一五〇〇光年、それは生まれたばかりの星と見られていた。

野辺山の電波望遠鏡は、このオリオンに向けられ、噴き出しているガスの流れのもとを見ようという狙いだった。観測はCS（一硫化炭素）の六・三ミリの波長で行なった。これは温度が低くても濃いガスの流れがよく見える波長だ。

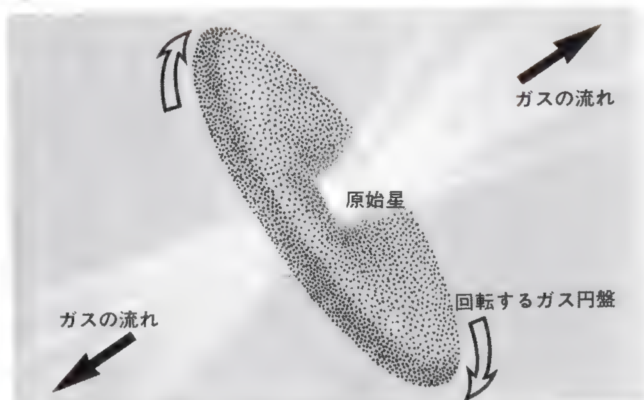
観測は、ガスを激しく噴出している他の天体にも向けられた。オリオン座の近くにあるおうし座の「リンズ一五五一」という星間分子雲。地球からの距離五〇〇光年。リンズというのは、暗黒星雲を調べてそのリストを作った女性天文学者の名である。彼女のリストの一五五一番目の暗黒星雲を、野辺山のお椀は見つめているわけだ。

二月に入っても毎夜のように観測は続いた。

コンピュータを使った複雑な解析の結果が四月に出た。そしてついに、

「これら生まれつつある星のまわりには、回転するガス円盤があること、そしてこのガス円盤の或るものは、新しい惑星系を生み出す可能性があること」

という画期的な結論が導かれたのである！



野辺山の電波望遠鏡がとらえた回転ガス円盤の模式図。

◉リンズ一五五一

オリオン星雲の中で発見された回転するガス円盤は、図のような姿をしていた。

真ん中には太陽の五〇倍の質量をもつ原始星があり、そのまわりに、直径約六兆キロメートル、わが太陽系の五〇〇倍はあろうかというガス円盤が、秒速一・三キロメートルの速さで回転している。原始星からは円盤に対して垂直の方向に、激しくガスが噴き出ている。

一方リンズ一五五一で発見されたガス円盤は、これよりずっと小さいもので、さまざまな状況から見て、惑星系誕生の可能性の高い「原始太陽系星雲」と思われている。

観測チームの一人、東京天文台の海部（かいふ）宣男（のりお）の話。

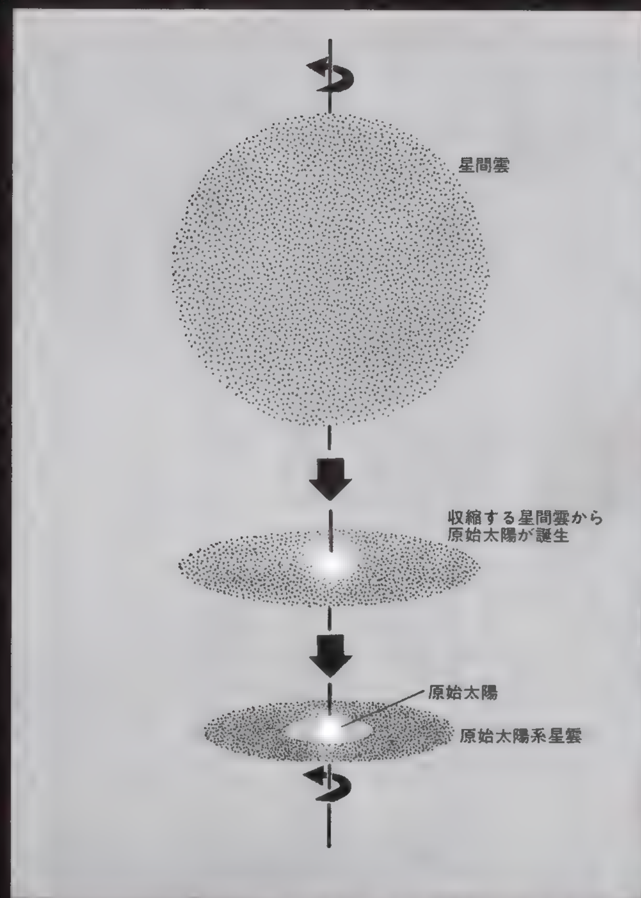
「なぜガスを噴き出しているのか、という点

については、こんなふうに考えています。
ガス円盤の中心で原始星が生まれると、その重力に引きつけられて、円盤内のガスや星間物質がそこにどんどん集まってきます。そのため、原始星にとっては重力エネルギーが余ってしまい、それを外に噴き出して安定した状態に移ろうとしているんじゃないか。
円盤に垂直な方向に出ているのは、円盤の方向では回転するガスに邪魔されてしまうからだろう、だから円盤のない、ガスのうすい方に出ているのではないでしょうか。
オリオンで見つかったヤツの大きさには驚きました。これだけ大きな質量を原始星が引きつれているというのは、想像以上でした。
リンズ一五五一の方は、円盤の大きさが太陽系の約二〇〇倍、原始星の質量が太陽と同じくらいでした。やはりオリオンのと同じように、円盤に対して垂直に激しくガスを噴き出しています。
実は、同じ回転ガス円盤とは言っても、オリオンの場合は、中心に生まれている原始星が極めて大きく、周囲のガスはやがて輝き出す星の莫大な光エネルギーによって散りぢりになってしまうと考えられます。
したがって惑星が生まれるチャンスは、オリオンの方には少ないと思います。
リンズ一五五一の方は事情が違います。
太陽に近い質量をもつリンズ一五五一の中心星は、周囲の円盤を吹きとばすほどの光を出しません。しかもリンズ一五五一の円盤は、太陽系の二〇〇倍もあるとはいえ、ずっと

中心の方まで円盤がつづいていることが分かっています。リンズ一五五一の回転ガス円盤を、私たちが「原始太陽系星雲」として注目しているのは、こういうわけなのです。
そこで、惑星系ができるときには、かなり大きなガスの回転円盤ができるということ、そして惑星は、重力の作用で円盤のずっと内側の方に生まれるだろうと、私たちは考えるようになりました。
でも、円盤の外側部分では、中心の星の光と熱が届かず、大部分のガスは分子と塵（固体の微粒子）になり、氷の塊になるのではないか。ほうき星の巣になるんじゃないか、と考えています。
これはまだ憶測の域を出ないのですが、オールトの雲の考えと回転ガス円盤のサイズが合いそうだ、という話も出ています。
私たちの太陽系は、約四〇天文単位の冥王星（めいおうせい）から先は何も分かっていません。距離にして六〇億キロです。リンズ一五五一の場合は直径二兆四〇〇〇億キロにも達しています。太陽系の範囲は、これまで考えられていたよりもずっと先まであるのかもしれません」

◉惑星系の誕生

星間分子雲（暗黒星雲）から惑星系が誕生していくプロセスは、ほぼつぎのように考えられている。
まず星間分子雲が種々の原因で安定性がなくなり、収縮を始める。これが太陽と太陽系



星間雲から原始太陽系星雲ができてくる。

の歴史の第一歩だ。

収縮を始めた星間分子雲からやがて回転ガス円盤ができ、その中心にガスが集まって、重力エネルギーが蓄積され高温になる。その熱エネルギーが重力による収縮をくいとめるほどになると、高温のため塵は蒸発し、分子は壊れ、原子は電子をはぎとられ、電離した気体の集まり（プラズマ）となって、強い光が周囲に放たれる。「原始太陽」の誕生だ。

ガス円盤のすべての物質が原始太陽にとり込まれるわけではない。ガス円盤の周辺部の物質は、回転の遠心力のため、中心の原始太陽まで落ち込めず、原始太陽の赤道面付近に拡がった円盤状の「原始太陽系星雲」を形成する。

この原始太陽系星雲のガス円盤は、できた頃はかなり高温だが、赤外線を出しながら冷えていき、やがて安定した状態に落ち着く。

もともと星雲の中にあった固体微粒子は大変小さな塵だったのだが、この頃になると微粒子が互いにぶつかりくっつき合って大きくなっていく。重くなった粒子は原始太陽系星雲の赤道面へ沈澱していき、ガスだけの層と固体の層に分かれる。

沈澱が進むと、固体粒子の集まりにはたらく自分たち自身の引力が太陽からの力をしのぐようになり、重力的に不安定になり、ついには固体層の円盤が細かく分裂し、無数のかたまりになってしまう。この段階における直径数キロほどの小さな天体を「微惑星」と呼ぶ。

ここにおいて、砂粒ほどの粒子が立派な天体に生まれ変わったことになる。微惑星の形

成は、太陽系形成史上最大の事件と言えるだろう。

　微惑星たちは、太陽のまわりを回りながら、時々衝突し、くっつき合いながら、次第に大きくなっていく。一〇万年くらいで、月の数分の一くらいの大きさになる。これを「原始惑星」と呼ぶ。これくらいになると、引力が大きくなるので星間ガスが引きつけられ濃い大気がまわりにできる。すると微惑星は、原始惑星に衝突しなくても、重力圏の中に飛び込みさえすれば、大気でブレーキがかかって原始惑星表面に落ちていく。数多くの微惑星たちがこのようなかたちで原始惑星を成長させていっただろう。

　そして一〇〇万年から一億年かけて大きな惑星になっていく。原始太陽に近い所では、太陽の熱や光でガスの成分は大部分吹き飛ばされ、岩石を中心とした惑星に、遠い所ではガスを中心とした惑星になる可能性が高い。

　星間分子雲が収縮を始めてから一〇〇〇万年から一億年、このあたりで惑星系の基本的な骨組みはできあがったといえよう。

　ただ、この頃にはまだかなりの数の微惑星が太陽のまわりを回っている。これらが気の遠くなるような長い間のうちにたまたま惑星にとらえられると「衛星」になった。惑星と微惑星の衝突事件もおきたに違いない。

　とり残された微惑星は、惑星の重力や微惑星どうしの引力で加速され、太陽から遠く離れた所まで飛ばされた。これらがオールトの雲を形成した「彗星」たちではないだろうか。

　このように考えると、オールトの雲から何らかの力で弾き出され、われわれの近くまで

やってくる彗星こそは、微惑星そのものと言うべきである。彗星は太陽系ができた頃の物質を保存している貴重な「太陽系の化石」なのである。現在、われわれの太陽系は四六億年という年齢を持つと考えられている。とすれば、彗星は、大昔の人びとが想像したのとは違う意味においてではあるが、やはり「恐るべき星」であることに変りはない。

二、さまざまな仮説

●彗星の生まれ故郷（その一）

われわれの太陽系とは別の惑星系が誕生しつつある――野辺山の宇宙電波観測所の発見は、太陽系誕生の仮説・モデルに、観測上の裏づけを与えた。

暗黒星雲が縮んで星になる話も、回転するガス円盤の話も、これまでは単なる仮説であった。四五メートルのパラボラは、この仮説に述べられた事柄を、史上初めて観測したのだ。

さらにそれは、彗星の生まれ故郷についてのオールトの仮説にも、肯定的なデータを提供するものかもしれない、という。

彗星の起源について、オールトの仮説が多くの支持を得ているのは、それがさまざまな観測結果をうまく説明できるからである。多くの彗星が二万天文単位以上も遠くから、しかもどんな方向からも同じような割合でやってくるようだし、現在考えられている太陽系誕生のモデルに対しても、それほどの矛盾はない。したがって現在は、多数の彗星がオールトの雲に属していることは、ほぼ確かであろうと考えられている。

オールトの雲は、彗星が、四十数億年前に太陽系の中で生まれたとする考え方だ。しかし最近になって、太陽系の外で生まれたと考えた方が説明に都合が良いような彗星のデータも一部出てきている。しかも彗星が太陽系内で生まれたとしても、一体どの辺で生まれ、そこからどうやってオールトの雲まで行ったのかなど、はっきりと結論の出ていないことも多い。新しいデータが累積するにつれ、それらをできる限り矛盾なく説明できるよう、仮説に精密な仕上げが要求されてくるのは、仮説と観測データとの宿命の関係である。

では現在のオールトの仮説（ないし彗星が太陽系の内部で生まれたという考え方）で説明しきれないような観測データとは、どんなものだろう。それは今のところ三つある。

第一に、彗星の近日点を調べてみると、それがかなり特異な分布をしていること。多くの長周期彗星について見ると、近日点が天球上の或る方向に偏って分布しているように見えるのだ。太陽系全体が銀河系中心のまわりを回っていることはよく知られているが、実はこの偏って多く分布している方向は、太陽がわれわれ惑星をひきつれて動いて行く方向と二三度だけ離れている。

彗星が太陽系内で作られたのだったら、太陽の運動の方向と近日点の分布は無関係なのではあるまいか。

もっとも、太陽系の外で彗星が生まれたと考えても、「二三度」という角度の説明は必要であるが……。

オールトの仮説への第二の問題は、彗星の力学進化についての最近の研究が提出したも

アンドロメダ座の大星雲。われわれに最も近い銀河系外星雲。

のだ。

彗星が太陽系内でできたものであろうとなかろうと、何かの原因で太陽系の中に或る分布でばらまかれたと考えよう。このとき一つ一つの彗星の軌道の半長径は、惑星の引力を受けながら少しずつ変化していく。そして最初に近日点を通過して六〇〇万年もたつと、はじめにばらまかれた時の分布がどのようなものであっても、現在のような彗星の半長径の分布になるというのだ。すると少なくとも半長径の分布に関する限り、それは永年にわたる惑星の引力の結果であって、彗星がそもそも太陽系内で生まれたのか系外で生まれたのかを、判断する基準にはなり得ないことになる。

オールトの仮説への異議の第三は、新しい彗星がどの方向からも同じような割合でやってくることへの異論である。これはデータの数が少ないので今のところ何とも言えない。

以上三点にわたる疑問を見てみると、オールトの雲が論拠にしている事柄が、細かい吟味によって一つ一つ崩されていくようで心細い。

とはいっても今のところ、オールトの仮説は、いまだにいろいろな事実をバランスよく説明できるすぐれた仮説であることに変りはない。オールトの雲がこれからさき力強く生き延び、新しい観測事実が出るたびにその正しさが立証されていくには、仮説自体にも、より洗練された仕上げが必要となるだろう。

オールトの雲が現実に存在するとして、それを最も早く目にするチャンスがあるのは、一九八三年六月に海王星の軌道を横切って、暗黒の太陽系外縁へ孤独な飛行をつづけてい

るアメリカの探査機パイオニア一〇号である。パイオニアの旅がオールトの仮説を観測によって実証するものになるだろうか。

◉彗星の生まれ故郷（その二）

彗星の起源については、もう一つの仮説がある。それは、太陽系の外の遙かな宇宙空間に彗星の故郷を求める考え方だ。

これを主張しているのは、イギリスのウィリアム・ナピエとビクター・クリューベである。この仮説は、わが太陽系が銀河系中心のまわりを周期二億年で公転している事実と、銀河系の渦の腕で星間ガスが圧縮されて星を生み出しているという観測結果をもとにして組み立てられた。

太陽系は数千万年に一回、この銀河系の渦の中を通過し、そこにある星間分子雲から、ダストやできあがった彗星を捕えてくる、というのである。

この仮説は、さらに太陽系の運動を観測した結果、太陽系が今から一〇〇〇万年前に渦の中を通過したと判断している。そして彗星がやってくる方向には偏りがあり、オールトの言うようにどの方向も同じ割合ではない、それは太陽系が、彗星を外の星間雲からとり込んできたからだ、と主張しているのである。

◉いろいろな雪ダルマ

彗星をめぐる仮説と仮説のしのぎを削るたたかい——もう一つの例は、リトルトン対ホイップルの論戦だ。

彗星の核がどんなものでできているか、ということについて、一九四八年、ケンブリッジのリトルトンは「ダスト集団モデル」という仮説を発表した。これは彗星の核が、すべてミリメートルからミクロン程度の粒子が集まったもので、これがお互いに時々ぶつかり合って、火打ち石のように発光するのだ、と考えた。核の主成分は硅酸や鉄だと言う。

この仮説では、彗星のコマを形づくる揮発性ガスの成分がうまく説明できない。硅酸や鉄には揮発性ガスの成分が少ないので、コマを長時間にわたってつくりつづけることはできないはずだ。

また、彗星が太陽のそばを何度も通過しているのに、潮汐作用でバラバラにならない、という現象が、リトルトンの仮説ではどうしてもうまく解釈できなかった。

このようなリトルトンの「ダスト集団モデル」の弱点を、一九五〇年に発表されたホイップルの「汚れた雪ダルマモデル」がすべて克服した。

しかし一口に「汚れた雪ダルマ」といっても、いろいろな種類が考えられる。

大部分が氷である核の中にダストが散在している雪ダルマがあれば、大量のダストどうしを氷が糊（接着剤）の役目をして埋めているに過ぎない雪ダルマ、……微妙なちがいを

もつ複数のモデルが登場している。

彗星核の中身はどうなっているのだろうか？

彗星の核の表面すら見た人がいないのだ。内部構造まで立ち入って考えるというのはもっと大変なことだ。雪ダルマだって、内臓まで調べられるとは思わなかったろう。

核の真ん中の方までほぼ一様な汚れた氷だというモデルや、芯の部分に小惑星のような小さな岩石があるモデルなど、いろいろな考え方が提出されている。

岩石の芯があると言っている人びとは、短周期彗星の軌道とよく似た軌道をもつ一群の小惑星（たとえばアポロ型小惑星、ヒダルゴなど）があることを拠りどころにしている。

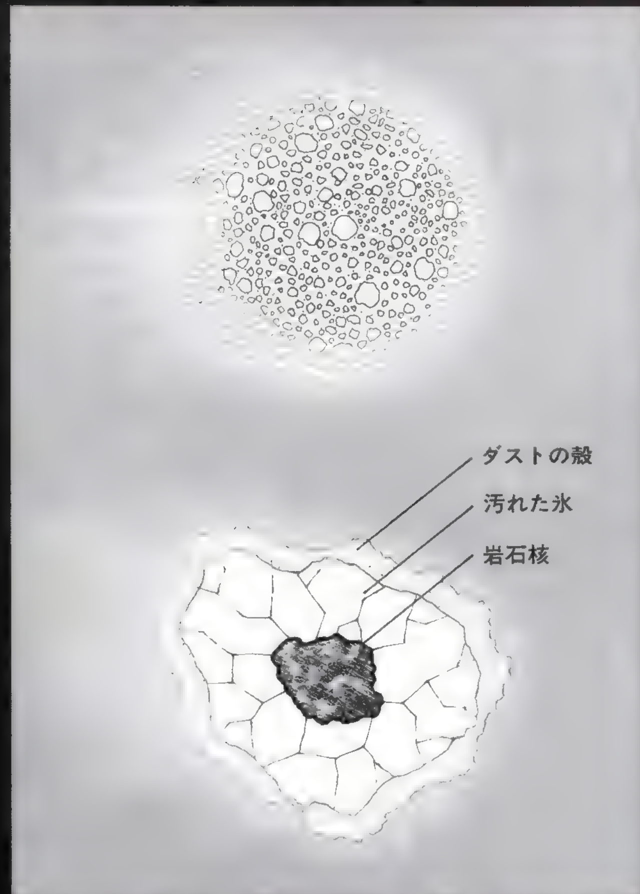
これらの小惑星は、実はもともと彗星で、ガスやダストを派手に噴出していたのだが、太陽に近づくたびにどんどん消耗していき、ついにダストもガスも放出し尽くしてひからびてしまい、岩石の芯だけが残った、というわけだ。

それにしても雪ダルマに骨があるとは！

ヒダルゴその他の小惑星が彗星の骸骨だというのも面白い！

しかし、岩石の芯があると、ガスとダストの比は、彗星が太陽に近づくたびに変化していくと思われるが、そのような顕著な傾向は観測結果からは出てきていない。エンケ彗星のようにたびたび太陽に近づいている彗星が、今なおかなりの量のガスを放出している事実もある。これらは「内部まで汚れた雪ダルマ」説に有利な事実だ。

ホイップル自身は、表面から内部まで全部「汚れた雪ダルマ」という考えのようである。



彗星核の代表的な二つのモデル。上は内部まで汚れた雪ダルマの場合、下は汚れた雪ダルマの真ん中に岩石の芯がつまっている場合。

ところで、この「内部まで雪ダルマ」というモデルに、大いに有利と思える事件が、実際に起きたのだ――。

●ツングース事件

一九〇八年六月三〇日。早朝のことである。中部シベリアの上空に突如巨大な火の玉が現われた。それはものすごい速さで天空を横切り、地平線に達して大爆発した。二〇〇〇平方キロほどの広大な森林の木がなぎ倒され、トナカイが五〇〇頭も殺害された。はるか遠くにいた遊牧民のテントも吹き飛ばされた。爆発の中心部では数千本の木が燃えあがり、黒こげになってしまった。

大気中にできた衝撃波は地球を二回もめぐり、一日後には、細かい塵が大気いっぱいに舞った。爆発点から一万キロも離れたロンドンで、その夜、塵の散乱光で新聞を読んだ、という話まで伝わっている。

もし、この爆発がペトログラード（今のレニングラード）で起きたら、この都市は地上から消えていただろう、と推測されている。

当時ロシアは革命のさなか、あいつぐ戦争で調査団を派遣することができなかった。調査が始まったのは、爆発後一〇年以上も経った一九二一年のことである。

調査団の結論は「隕石の衝突」だった。しかし隕石が落ちた時のクレーターもなく、どんなに探しても隕石のかけら一つ見つからなかった。



1908年６月30日、ツングースの大爆発でなぎ倒された木々。

以来さまざまな説が登場した。

「天然の水爆が爆発した」

「宇宙から飛んできた反物質のかけらが、地球の物質と接触、ガンマ線を出しながら消滅した」

――しかし落下地点に放射能はなかった。

「地球外生物の宇宙船が故障のため墜落し、地球に激突した」

――しかしそのかけらは見つからない。

「小さいブラックホールがツングースから地球に突入し、地球を通り抜けて反対側から飛び出した」

――しかし大気の衝撃波からは、北大西洋から飛び出した物体があったとは考えにくい。

この大衝突事件は、まさしく現実におこったことであり、いま述べたいくつかの説は、すべて真面目に検討されたものばかりである。

しかし結局のところ、この事件で観察され

たさまざまな事実と矛盾しないのは、
「彗星またはそのかけらが地球に衝突した」という説明ただ一つだけである。

現在有力と考えられているのは、直径四〇メートル、重さ約五万トンの「ホイップルの雪ダルマ」が落ちた、という計算である。これによると主な爆発は地上八・五キロメートルの所で起きた、という。この仮説も、まだはっきり証拠づけられたものではない。しかしクレーターの跡もなく、岩石のかけらも見つからなかった、という事実は、中心部まで氷のある「雪ダルマ」ならば説明がつくことは確かである。

三、ある彗星の生涯

◉辺境からの脱出

太陽から二万〜二〇万天文単位も離れた球殻状の空間に、オールトの雲と呼ばれる彗星の巣がある。現在われわれの太陽系で最も外側の軌道をもつ冥王星の軌道半長径は四〇天文単位である。このことから、オールトの雲がいかに遠くにあるかが分かる。このような距離では「光年」を、単位として用いる方がよかろう。オールトの雲の半径は〇・三〜三光年にも及ぶ。因みにわれわれの太陽から最も近い恒星、ケンタウルス座アルファ星までの距離が四・三光年だ。オールトの雲は星間空間にまで張り出しており、辛うじて太陽の重力支配が及ぶ、はるかな僻遠の地にある。

太陽はその家族たち全員をひきつれて、巨大な銀河系の中を大移動していく。太陽はその一〇〇億年と考えられている一生の間に、ほぼ一〇〇万年に一度の割合で、他の恒星と出会う。オールトの雲の近くを通った恒星の力で、この巣の中の彗星は軌道を乱される。そしてあるものはオールトの雲から弾き出されて、太陽への落下をはじめる。

むかしむかし、まだ人類の直系の先祖が地球上に出現するずっと前のこと、一つの微惑

星がこの落下を始めたグループにまじっていた。
何しろ太陽系のさいはての地だ。太陽の重力は弱々しい。この微惑星は、はじめは秒速わずか数メートル、人間の歩みにも似た速さで旅に出た。以後太陽の重力のみにすがって太陽系を巡礼するこの小天体を、私たちは「彗星」と呼ぶことにしよう。

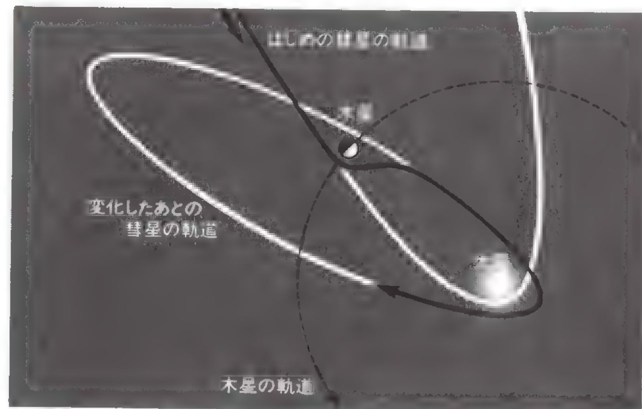
◉はてしない旅

この彗星が太陽への旅を始めたころ、地球上ではすでに恐竜の時代は終わっていた。やがて、ウィンタテリウム、エオヒッパス、……さまざまな哺乳類が出現し、徐々にその形態も進化していった。花が咲き実のなる植物もようやくその全盛時代を迎え、地球はどんどん美しさを増していった。
この彗星が初めて地球から見えるところを通過したとき、地球はこのような時代だった。そして彗星は、そのちょっと前から、太陽にあぶられて、自分のからだから多くのガスやダストが出て行くのを、止めるすべがなかった。彗星のあたまにはガスとダストの白い帽子がかぶさり、そこから美しい尾がたなびくようになっていた。地上の或る哺乳動物が、草をかむ口を休めて、ふと夜空を見上げた。そしてこの尾を引く星を目にして肝をつぶし、こそこそと木蔭に隠れてしまった。すでに、この彗星がオールトの雲を離れてから、数百万年のときが流れていた。
それからまた何百万年も経ち、太陽系の外縁部へ里帰りした後再び彗星が地球に近づい

たとき、地上には前とは異なる哺乳動物たちが、草花の間を大威張りで歩いていた。その中には、二本足で歩く奇妙な動物もまじっていた。またその次に来た時は、マンモスが長い牙をふりかざして、狼たちを相手に闘っていた。
……こうして長い長いはてしのない、単調な旅がつづいた。彗星は太陽に近づくたびに自分の分身をあたりにまきちらし、わずかずつやせていった。太陽に接近した時の輝きも少しずつ少しずつ衰えていった。それだけではない。木星・土星・海王星……その果てのない旅で惑星の重力の影響が徐々に積み重なり、彗星の軌道もだんだんと変わっていった。太陽系内の無数のガスやチリもブレーキとなり、彗星の軌道を変えるのにひと役かった。

◉木星の接近

そして運命の時が来た。最大の惑星――木星――が、この彗星の行く手にあった。木星は太陽の一〇〇〇分の一という大質量の星。うんと近づけば、太陽以上の引力を及ぼす。彗星は驚いた。でも避けようがなかった。木星との距離がせばまってくる――。
それは彗星にとって悪夢のような出会いだった。木星のものすごい力で方向を曲げられた。木星の近くから放り出されたあと、彗星は目がまわって、自分がどこを走っているのかすら分からなかった。
やがてあたりを冷静に見まわす余裕ができ、太陽の近くまで来て、彗星は腰をぬかさんばかりに驚いた。自分が前と逆向きにまわっているのだ。彗星は、木星との接近によって、



木星の引力による彗星軌道の変化。

まるっきり違う軌道に自分が投げ込まれたことを知った。

それからというもの、この彗星は、地球を見るのも逆回りで見るようになった。彗星自身が太陽に近づく周期も八〇年足らずになってしまった。

やがて彗星は、例の二本足で歩行する奇妙な動物たちが、或るときから急速に変貌をとげるのを見た。彼らはここ二〇回ほどの出会いでは、器械を使って彗星をのぞき見るようになっている。

それでもはじめは、この彗星が出現するたびに大変おそれているように見えた。そして自分たちの社会のよくない出来事と彗星の出現を結びつけて考えるようになった。

しかし或るとき彗星は、地球に近づいていって異変に気づいた。地上からいくつもの「のぞきめがね」が、自分の方へしっかりと

向けられているのだ。このとき彗星は、自分の動く道すじが、はっきりと彼らに知られてしまったことを感じた。彗星は彼らにとって恐怖の対象ではなくなったのである。

次の出会いでは一層多くの「のぞきめがね」が彗星を見つめていた。

そして次の出会い。それは一番新しい出会いでもあった。この時はさすがに地球の彼らは怖がった。彗星の自慢の尻尾が彼らを包むことが分かっていたからだ。しかし結局彼らが恐れていたことは何も起こらなかったのだ。

今、この彗星は、一九八六年の太陽への最接近をめざして、旅路を急ぎつつある。彗星は、地球上のあの二本足の生き物が、今度は飛び道具を使って自分を狙い打ちしようとしていることを知らない。

◉永遠のわかれ

これから何回、地球上の生物とこの彗星は出会いを重ねるだろうか。その出会いは、或る日突然地球上の生物が自らの招いた大爆発で死に絶えることによって、終止符を打たれるだろうか。それとも地球が限りなく豊かな文明の華を咲かせ、人びとが幸せな平和な営みを獲得している中を、この彗星が大惑星との劇的な大接近を遂げて、もう決して地球の近くに来ることのない極寒の宇宙へ、人びとに惜しまれながら旅立っていくのだろうか。

彗星が太陽系の外へ放り出される日がやってくることは確かなことである。その日までわれわれの人類が生存できるかどうか、それは私たち自身の力にかかっている。

エピローグ・ハレー探査の舞台裏

このエピローグでは、（「著者」という意識を離れて）宇宙科学研究所で働いている一人の人間の目で見たハレー彗星探査の舞台裏を、できるだけ率直に語ってみたいと思う。それは一つには、ロケットを打ち上げて宇宙の真理を探るという、多少「高邁」に見えるグループの実像を、ナマの形で披露したいからであり、さらにもう一つ、「巨大化しつつある科学」の一つである宇宙開発が抱えている諸問題を、できるだけ多くの人に、共に考えていただきたいからである。



一、群像

◉宇宙への進出

ハレー彗星に向けて探査機を飛ばそうとしている日本の計画は、その探査機の名前から「プラネットA計画」と呼ばれている。その作戦本部が宇宙科学研究所、東京・目黒区の駒場にある。近くは閑静な住宅街である。

何となくユーモラスな感じの名前をもつ「カッパー・ロケット」をはじめとする観測用ロケットや人工衛星の打上げ、岩手県の三陸大気球観測所からの大型のバルーン打上げなど、宇宙研の人たちは、宇宙の探究に情熱を燃やしつづけている。

宇宙研の人工衛星は、第一号の「おおすみ」以来、一九八四年二月の「おおぞら」までで合計一四機となった。

その成果をひとことで表現することは難しいが、たとえば一九七八年の「きょっこう（極光）」衛星は、世界で初めて紫外域でのオーロラの全体像を浮き彫りにしたし、一九八一年の「ひのとり（火の鳥）」衛星は、太陽表面での大爆発現象をX線の波長領域で、数多くとらえている。また一九七九年二月と一九八三年二月にそれぞれ軌道に乗ったX線天

文学衛星「はくちょう（白鳥）」と「てんま（天馬）」は、さながらふたご座のカストールとポルックスの力強い兄弟のごとく、助け合いながら宇宙のX線源をつぎつぎと探っている。

ハレーへ飛び立つMS-T5とプラネットAは、宇宙研の第一五、一六番目の探査機になるはずである。

◉三×四＝四？

宇宙研には、大型コンピュータを駆使して、ロケットや人工衛星の厄介きわまる軌道計算をしているグループがある。

このグループには四、五人のメンバーがいる。

二、三年前、アメリカのジェット推進研究所（JPL）の人と会ったとき、

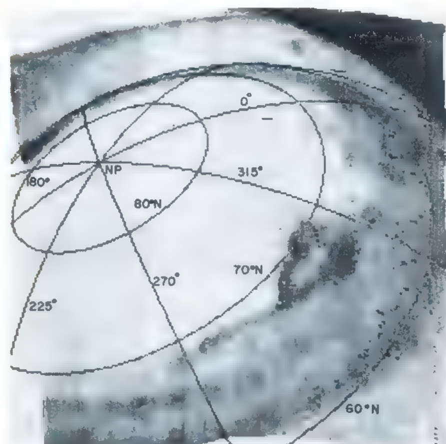
「宇宙研では、衛星打上げロケットの飛翔径路の計算は何人くらいでやってるんですか？」

と聞くので、

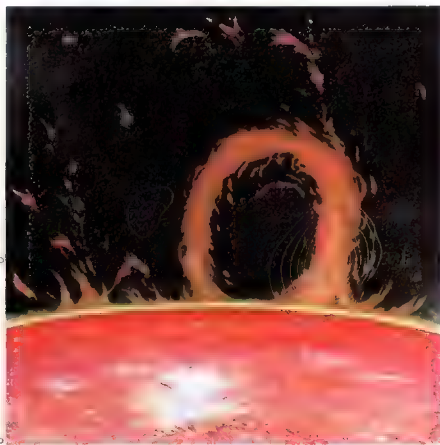
「四、五人です」

と答えると、目をまるくして、

「エーッ、JPLではその一〇倍以上いますよ。ところで観測ロケットの計算をやっている人は？」



宇宙科学研究所の科学衛星「きょっこう」が紫外線でとらえたオーロラの分布図。このように広い地域を同時観測したのは世界で初めてのことである。



科学衛星「ひのとり」は1981年４月27日に太陽面の大爆発をとらえた。図の同心円はＸ線エネルギーの等しい点を結んだもの。その爆発の約30分後に中国の紫金山天文台が背景のような太陽の姿を観測した。

「やはり四、五人くらいです」

「それもウチでは一〇倍くらいだ。大変ですねえ。人工衛星や他の探査機の軌道設計をしているのはどれくらいの人数ですか？」

「それも四、五人です」

「それはひどい。でもどうして何もかも、ハンで押したように四、五人なんですか？」

「…………」

私はただニッコリと笑っただけだった。どうして全部四、五人ずつでやってるのかって？　だって、その「四、五人」はすべて同一人物なのだ。観測ロケットも、衛星打上げロケットも、衛星軌道設計も、ゼーンブ同じ人間が四、五人でやってるなんて、私にはとても恥ずかしくて言えなかった。何しろ、ＪＰＬはそれぞれの「四、五〇人」が全部ちがうメンバーなのだから――。

だが、悲しいかな、これがわが宇宙科学研究所の苦しい舞台裏だ。

軌道部門だけではない。ロケットのモータを設計するグループも、構造設計をやるグループも……あらゆるグループが自転車操業の状態だ。

世間は「ビッグ・サイエンス」と呼ぶ。私たち宇宙研の人間は、夢と業績において確かに「ビッグ」であろうと願ってはいるが、規模においては、まだまだヒヨッコなのである。

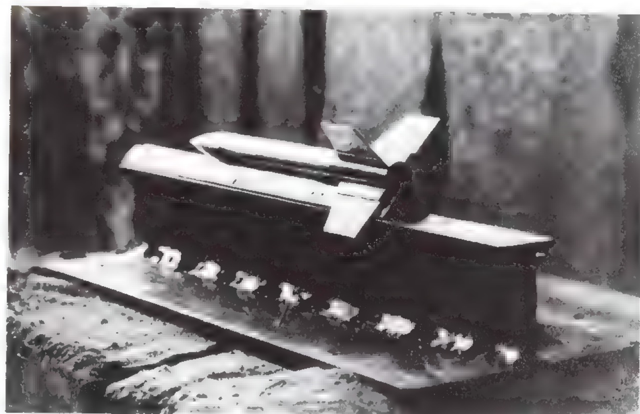
それでも内之浦でのロケット発射ということになると、一〇〇人から三〇〇人くらいの人が出張する。そして内之浦の町にあるいくつかの旅館に同宿する。同じカマのメシを食

うから、老若をとわず大変ナマ身のつき合いとなる。いたずらも増える。
誕生日に、焼酎を一本プレゼントされて、喜色満面グビリと飲んだら、実は内之浦湾の海水だった、という人もいる。
アポロの飛行士が持って帰った「月の石」が内之浦にお目見えした時は、テーブルの上にある「月の石」を、実験場の石ころとすりかえた奴がいた。やがてそこへ顔を出したT教授、その石ころを手にとってジッと見入り、
「ウーン、ナルホド、これが月の石か！」
大きな感嘆の声をあげたのであった。
こうした悪戯は、長い出張を何とか活気に満ちたものにしようという涙ぐましい努力の一環なのだ。

二、巨大化の路傍で

◉巨大化の波

一九三〇年七月二三日。ベルリン。
プレッツェンゼーにある国立工業化学試験場。
耳をつんざくようなロケット・エンジンの燃焼の音のただ中で、一人の青年が一心に双眼鏡をのぞいていた。青年の網膜に映じているのは、エンジンの推力を測定するための秤である。秤の針がブルブルふるえながら七キログラムに達した。これが最大推力となり、エンジンは約九〇秒間にわたって安定して燃焼した。
この九〇秒間が、三九年後に人間を月に着陸させる野心的な宇宙計画の幕あけとなった。
実験の総指揮をとったのはルーマニア人のヘルマン・オーベルト、そして推力計測を担当した白皙の青年こそ、のちにアポロ計画の頂点に立つことになるフォン・ブラウンその人であった。
降りしきる雨を衝いての、このベルリンのエンジン燃焼実験と、現在のハレー彗星探査計画の間には、第二次世界大戦という現代史の転換期が横たわっている。



日本の宇宙開発の草分けとなったペンシルロケット。(1955年3月)

ナチス・ドイツの命令でフォン・ブラウンたちが開発した史上初のミサイルV2号は、一九四四年から戦いに使用され、イギリスに向けて四〇〇〇発以上発射され、ロンドンっ子を恐怖におとしいれた。しかしドイツ軍の劣勢はいかんともしがたく、ついに一九四五年五月、無条件降伏するに至った。

フォン・ブラウンを中心とするV2号の開発チームのリーダーたち二七人は、ドイツ降伏の後、V2号の実機や資料ともどもアメリカへ連れ去られ、以後その宇宙開発で決定的な役割を演じる。

他方ソ連は廃墟のドイツから、研究施設や残りのV2号を国へ持ち帰ると共に、数千人のロケット技術者たちを本国へ連れて行き、ドイツのロケット技術の成果を吸い取っていった。

より強力なロケットで、より正確に目標へ

到達させる――ミサイル技術とも結びついた米ソの宇宙技術は、その後巨大化の波に乗りに乗った。

日本で、ペンシル・ロケットというわずか二三センチメートルの長さのロケットが、都下国分寺の地下壕の中で水平に発射されたのは、一九五五年三月一一日のことだった。

それから三〇年、一九八五年一月にハレー彗星探査の試験機MS-T5をのせて発射されようとしているミュー3SII型ロケットは、全長二八メートルである。ペンシルと比べて、長さにして約一〇〇倍、直径も一センチ八ミリから一メートル四〇センチに成長した。

ミュー・ロケットは一六万個もの部品から構成されているし、それにのせる人工衛星も、たとえば一九八二年に打ち上げられた「ひのとり」衛星は三万七〇〇〇個を超える数の部品でできている。

ミュー・ロケットの打上げのために、内之浦の発射基地へ出張する人員は二〇〇名から三〇〇名くらいになり、小さな部品づくりの下請け工場の人たちをいれると、関係者は数千人に達するのではなかろうか。

ペンシルの発射に参加した十数名の規模と比べると、まさに隔世の感がある。

ロケットのシステムも、それを扱う人間のシステムも大変大きくなった。その「巨大化」の波は、それに参画する科学技術陣が好むと好まざるとにかかわらず押し寄せてきたものである。

●ヤキトリの串

日本におけるこの「巨大化」の道程を、ペンシル・ロケットからミュー計画の作成に至るまで一貫して指導した糸川英夫は、

「システム工学はヤキトリの串である」

とつねづね語っている。

ヤキトリは、レバだのハツだのカモネギだのが串にさしてある。串そのものは食べ物にはならないが、串はいろいろな美味を焼いて食うのに都合がいいようになっている。

推薬物性、燃焼、構造、軌道、空気力学、電気回路、エレクトロニクス……など、ありとあらゆる分野の協力がなければやって行けないロケット開発にとって、このヤキトリの串・システム工学はなくてはならないものなのである。

レバやシロなどのスペシャリストだけではヤキトリにはならない。スペシャリストをつなぐ串があって初めてヤキトリは誕生する。

ロケットに関係する人間の数がふえるにつれて、ナマ身の人間のぶつかり合いからさまざまな軋轢が生じてくる。ただし、「ロケットをつくって打ち上げる」という一つの目標を持っているから、チーム内の軋轢は、野放図に拡大していいものではない。必ず期限までにはロケットを組み立て、予定の期日に打ち上げなければ、星や大気の観測計画にくるいが生じてしまう。

だからさまざまの深刻なしがらみを乗り越えて、結局はロケットは打ち上がる。ヤキトリの串たるシステム・エンジニアは、レバの気持もカモネギの気分も理解しなければならないが、レバもカモネギもお互いの立場・考え方を、ひしめき合いながら尊重せざるを得ない。

このような複雑な開発組織のあり方に関連して、糸川英夫は極めて明快な総括をしている。それによれば――

たとえば時計には腕時計・懐中時計・柱時計・ストップウォッチ……など、目的に応じて様々なデザインがある。車だってスポーツカーとかトラックとかのように、使いみちに応じたデザイン分けがある。机にも、小学生の教室机、社長室の机、講演の演台……それぞれのデザインが特定の使用目的を意識している。

ところが、「組織」というものに対しては、目的に応じたデザインという意識が、世の中にまるでない。組織にはそれぞれ目的があって、カトリック教会のように「(聖書の教義の)保存が目的」だったり、病院や自動車修理工場のように「修理が目的」だったり、科学の世界のように「創造が目的」だったりする。しかしどうも世の中に存在している組織は、ピラミッド型の階層組織ばかり。中世のお坊さんの「保存を目的とする組織形態」では、宇宙開発のように巨大化し、新しいものを生み出そうとする活動は順調に発展するわけがない。

システム工学は、アメリカで生まれ、アメリカで花開いた分野であり、日本にそのまま

教条的にあてはめることはできまいが、一つの「日本型システム工学」を手さぐりでつくろうとしている、というのが、宇宙科学研究所のロケット・グループの現段階である。

◉ますます細かくますます総合的に

ロケットに観測機器とか人工衛星を載せて宇宙を研究する人たちの間でも、学問の細分化というのは、ますます顕著な傾向になっている。特定の対象を深く研究していこうとすると、細分化・専門化はどうしても避けられない。

しかし、彗星の正体と起源に迫ろうとする研究ひとつをとってみても分かるように、自分の狭い分野に閉じこもっていては、有意義な研究は難しい。大気圏の外へ出て観測しなければ分からないこととか、惑星まで行って直接探査しなければだめだ、とかいった問題がいっぱいあって、どうしても大げさな話にならざるを得ないのだ。

すると、本来全く別の分野だったロケット工学の人たちと協力しなければやっていけないし、同じロケットに乗ってご一緒する他の分野の人たちとも、いろいろ相談しなければならない。それが発展して、ただ相談したり力をあわせたりといった外部的な協同作業にとどまらず、みんなで或るまとまった宇宙観のようなものを築いていこう、というような流れもできていく。

こうした「細分化」と「総合化」という矛盾した流れが、現代の宇宙科学を推進させる力になっているのである。

◉宇宙への架け橋

一般的にいって、科学の研究には、研究に使う特殊な方法と用語が必要だ。このことが、一般の人に、科学が敬遠される最大の要因なのだろう。ただでさえややこしいのに、科学は細分化の上に細分化を重ね、科学者同士でさえ、お互いの分野を理解することが難しくなっている、と来ては、ますますお手上げである。このため人びとの間には、科学への無関心と不信、その延長として社会への無関心と不信が広がりつつあるかのようである。

そして他方では、科学の世界には、今なお「英雄待望論」が根強く残っており、偉大な科学者の革命的な理論や発見こそが、科学と社会の進歩の起爆剤だ、というムードが満ちてもいる。

確かにニュートンとかアインシュタインなどの理論が、それまでの自然科学の壁を突き破る画期的なものだったことは認めなければならない。しかし、そのような人を歴史の舞台に登場させた背景に、数え切れないほどの人びとの力があったことを忘れてはなるまい。

二〇年前、或る少年（当時）は、当時東京大学の生産技術研究所に本部があったロケット・グループに、はるばる三重県の田舎から駆けつけた。彼の胸には、宇宙ロケットへの夢が炎のように燃えていた。

内之浦の或る少年（当時）は、発射基地から飛び立つロケットの姿に魅せられて、やはりロケット・グループの門を叩いた。

これらの人びとが、宇宙科学研究所のロケット・グループを力強く支えているのだ。

科学と人間社会の前進を本当に断絶させないように支えているのは、目立った発明・発見の合い間をすき間なく埋める地道な努力と生活なのではないだろうか。

射程距離は短いが決して絶えることのないパスワークが、第二章の「星空のパスワーク」に見たような天才たちのロングパスの背骨を構成しているのである。

プラネットAがハレー彗星との会合を果たすころ、宇宙科学研究所は見事脱皮を遂げ、質・量ともにひと回りもふた回りも大きく成長しているだろうか。

それはまさしく現在の精進にかかっている。

日本の宇宙科学は、ハレー彗星探査計画を推進しながら、いま極めて大切な時期を過ごしているのである。

あとがき

ハレー彗星（すいせい）は、数ある「ほうき星」の中でも最もポピュラーなものである。しかし彗星の代表選手として名を知られている割りには、自分の目で見た人が少ない。それは専ら、ハレー彗星の太陽を回る周期が、人の平均寿命と同じくらいであるためである。

この華麗な星に、人類は宇宙開発史上最大規模の国際協力体制を敷いて挑もうとしている。その一角を担う宇宙科学研究所のプラネットAのプロジェクト・チームの一員であることに、筆者は大きな誇りと責任を感じている。

その責任の一端を果たすことを目的として本書を著わした。

彗星に関する本には大変名著が多い。したがって本書は類書との重複をできるだけ避け、彗星の正体に挑戦する人間たちの営みに、多くのページをさいた。

第一章「ハレー彗星が来た日」は、先回（一九一〇年）のハレー接近の際の地球上の大騒ぎをおもに描いた。そして一九一〇年に地球の近くから姿を消したハレーが今度再び姿を現わすに至った経過と、一九八二年一〇月にアメリカのパロマー天文台で発見された経緯、そして一九八五年から八六年にかけて私たちが見ることのできるハレー彗星の様子を概括した。

第二章「星ぼしとの対話」は、人類の彗星との苦闘の物語である。そしてその結果明らかになってきた彗星の姿のあらましをスケッチした。

第三章「ハレーのそばへ！」では、今回のハレー彗星探査計画を素描した。宇宙ロケットの打上げと探査機のハレー接近のプロセスにおいては、各国とも結局同じようなことをやるのであるが、できるだけその国のユニークな点にピントを合わせた。

第四章「観測と仮説のデュエット」は、太陽系の起源に深い関係をもつ彗星の正体について、さまざまな仮説を紹介し、その仮説の裏づけとなるべき観測とのつながりを述べた。そしてハレー彗星の生涯を想像によって描いてみた。

エピローグ「ハレー探査の舞台裏」は、プラネットA探査機をハレーに向けて飛ばす宇宙科学研究所の生きた姿である。このような巨大科学の現場を多くの人びとに知ってもらうことは大変大切である。本書で尽くせなかった点は別稿に譲りたい。

本書は本質的に、敬愛する石山昭男氏との二人三脚の産物である。かつてベトナム戦争を数年にわたって現地取材された石山氏の、現代と科学を見る眼が、くじけがちな私の筆勢をたえず甦(よみがえ)らせてくれた。

私たち二人が及ばなかった多くの点を、東京天文台の斎藤馨児(けいじ)さんに助けていただいた。同天文台の海部宣男さんにも、発言を引用することを快諾していただいた。

本書のために多くの素敵なイラストを描いてくださった池松均さん、須藤敏明さん、原稿に目を通して貴重な助言を頂いた同僚の周東三和子さん、忙しい仕事の合い間をさいて

綺麗(きれい)な写真を選んでくださった佐瀬育男さん、杉山吉昭さん。そのほかにも多くの方々にお世話になった。深く感謝する次第である。

昨年一一月二五日、宇宙科学研究所の森大吉郎所長が亡くなられた。ハレー探査の夢をのせて内之浦上空へ消えていくM－3SII型ロケットの雄姿をご覧になる間もなく、心残りな最期を迎えられた森先生の御霊に、この一書を献(ささ)げる。

一九八四年二月

的川泰宣

解説

佐貫亦男

著者の的川泰宣さんがこんなにうまい文章を書くとは知らなかった。考えてみれば当然で、かつて私の学生であったとき、せいぜいレポートぐらいしか読んだことがなかったのだから。私は日のあたる二階の書斎で、こたつに入ったまま一気に読み終えた。読後の感じは、スカッと爽やかであった。ただそれだけではいけないから、私は改めて読み直してみた。まず第一章で一九一〇年（明治四三年）のハレー彗星出現のくだりがある。このとき、私は二歳半で、自分ではその姿を見た記憶がある。まだ寒い東北の春の夜空に、母にねんねこで背負われて仰いだ彗星の青白い光はまだ記憶に残っている気がする。気がするとは、自信があるかと問いつめられると、たじろぐからである。

それはともかく、この出現当時の世界と日本をニュースと映画『空気の無くなる日』の脚本で表現した手法はみごとである。さらに、その景観を野尻抱影、内田百閒その他の筆でいきいきと補っているあたりもよい。それは現代に生きている人間にとって、ちょっとこのあいだの宇宙大事件であった。ちょっとこのあいだとは、周期七六年が人間一生の活動期よりすこし長いためである。

第二章で人工鼻をつけたティコ・ブラーエが登場するところがよい。その名はよく知っていたが、鼻の話は知らなかった。さらにケプラーも続くが、その生地ワイルはシュツットガルトの郊外にあり、私が今年あたり訪れてみようとしている中世のおもかげの残る小都市である。さらにガリレオが追いかけ、ニュートンがしめくくる過程で、彗星の発見者エドモンド・ハレーをみごとに映し出す巧みさはどうだろう。私は思わず、まいった、とつぶやいた。

ベルンハルト・シュミットはいわゆるシュミットカメラ、つまり球面反射鏡と球中心に置いた補正板を使って写真撮影する装置の発明者だが、その人は片腕であった、なども劇的な紹介である。読者をこのように誘っておけば、読者はひとりでにシュミットカメラの原理を知りたくなる。これは前記のケプラーの三法則についても同じことである。また、ジャンスキーが宇宙から到来する電波雑音を「星の歌」として捕えた話もいい。しかも、彼が慢性の腎臓病を患っていたとは感動的である。

第二章で身ぶるいするほどおもしろい節は、「彗星の巣」である。そこは二万天文単位、すなわち、光速で四カ月ほどかかり、もっとも近い恒星までの距離約四光年の一割ほどのところにある。その巣はほぼ球形をして太陽系をとり巻くことも想像力をそそる。残念ながら、その知識は現在まだ不十分で、したがってそこからやってくる使者のハレー彗星を重要な情報の担い手であるとする議論は説得力に富んでいる。

第三章で読みごたえのある節は「探査機のよろい」と「身から出たさび」で、かなり難

しい科学的技術的事実を、またなんと巧みに、わかりやすく、身近のたとえを使って解説したものだろう。ここに著者の才能を発見した。「絶妙のスイングバイ」の節では、スイングバイ（回転通過）あるいはフライバイ（近傍通過）と呼ぶ技法を紹介している。これは惑星の巨大引力に捕えられた状態を利用した探査機が、ロケット噴射を行って引力を振りきり、ちょうどパチンコを使って小石を打ち出す方法である。もちろん、小石が探査機、パチンコは惑星の引力である。これによってはずみがついた探査機は、スイングバイをしないときよりも速くなる。ヨーロッパ宇宙開発機関のハレー探査機ジオットはハレー彗星に大接近するが、そのときソ連探査機ヴェガの二機が「かつてないサービス精神」を発揮して支援する事実は興味を呼ぶ。これからもその精神を続けてもらいたいものである。これら国際協力を通じて、このハレー彗星探査は、日本も参加して史上最大の作戦となるはずとの著者の主張は、あながち我田引水ではあるまい。

　第三章での読みものは「よみがえる星条旗」の節で、アメリカのアイシー3衛星を使ってハレー彗星へ接近する計画がまことにスリルに満ちた筆で描いてある。この使い残り衛星の活用経過を「星条旗は死なず」とまとめてあるところに、著者のアメリカを応援する心がにじみ出ている。逆にいえば、レーガン大統領がつぎからつぎへとハレー彗星探査計画を切りすてて、ひょっとすれば、ソ連の指導者がもっとも科学的と断定させかねないところであった。

　第三章のしめくくりは、平尾さんの登場する宇宙研プラネットA計画の紹介である。各

節はかなり長いが、いずれも飽きさせぬ筆は、どうも著者がこんな方面で専門のレポーターそこのけの技能を持っていることを決定的に立証した。宇宙研は、りっぱな宇宙工学の専門家で、同時に信頼できるＰＲマンを所有して幸福である。ときにジャーナリスチックといわれることもあろうが、私は全面的に支援するから、ひるまないで欲しい。私は、私が教えた覚えがない方面で、すぐれた後継者を持つことになって、なんともいえない、くすぐったい思いである。

　第四章も「夜空の穴が埋まるとき」と魅惑的な名の節で始まる。暗黒星雲は私もひきつけられた現象だが、それを天文学者ホイルの小説から導入してある。そのＳＦがついに分子になったガスと固体の微粒子の混合物とわかり、いまでは星間分子雲と呼ばれることを知って、私は少年時代の夢が埋められた思いがして、安心と同時に、すこし寂しい気もする。しかし、科学はつぎつぎと新しい夢を提供するから、失望することはない。

　発見した女性天文学者の名によってリンズ一五五一と呼ぶ星間分子雲がその一つであろう。その極低温で高密度の環境では、星が生まれているにちがいないとする科学者の予測は、どんなＳＦよりも刺激的である。さらに、その生まれつつある星のまわりには、回転するガスの巨大円盤があり、それから新しい惑星系が誕生する可能性が存在する、とのコンピュータ解析結果は、映画００７よりももっと衝撃的である。

　これに関する説明は専門の天文学者に語らせているし、解説は専門家の仕事であろう。ところが、専門家は、自分で理解しているがゆえに、素人がわかっていないことがわから

ない。したがって、このような著者の巧みな暗示は極めて効果的で、素人が、もっと聞いてみたいと乗り出すきっかけを作る。

第四章の「彗星の生まれ故郷」などはまったく呼びこまれる節である。彗星は四〇億年前に太陽系内で生まれたとするオールトの仮説には、三個ほどの異論がある。それを簡単に説明してあるが、専門家から見れば、もっともっと、議論が多かろう。しかし、そのとき、素人はたちまちはじき飛ばされてしまう。したがって、いまのところはこの程度でよかろう。さらに、彗星の生まれ故郷は、銀河系の渦の腕の星間ガスが圧縮されている場所で、太陽系は数千万年に一回ずつここを通過して仕入れてくるとの異説がある。こんな議論は、早く専門家の間で決着してもらわないと、素人がのぞきこむ場ではない。

第四章の最後「ある彗星の生涯」で、太陽はその家族たちをひきつれて、一〇〇億年(今後まだ五〇億年強)の全生涯中に、銀河系内を大移動すると語る。そのとき、約一〇〇万年間に一度の率で、他の恒星と出会い、そのたびに彗星が巣から出されて太陽へ落下するという。これはハレー彗星の生い立ちを描く一コマであるが、その途中で木星への接近が述べられている。このあたりは、もうすこし詳しく述べたほうがよさそうだ。結末としては、だれでもそのような感慨に陥るように、重ねて地球を訪れるハレー彗星の旅はいつまで続くか、それとも、それを眺める人類がいつの日まで存在するだろうかと問いかけている。

解説を終えて、私は快い疲労を覚えた。

(昭和五十九年一月、科学評論家)

●**著者**――的川泰宣

●一九四二年　広島県呉市生まれ。
●一九六五年　東京大学工学部航空学科卒。
●現在　宇宙科学研究所システム研究系のスタッフ。
ハレー彗星探査計画を推進する中心メンバーのひとりである。

●**取材・構成協力**―石山昭男

●**デザイン**――INOデザイン／古村勝美

●**イラスト**――池松均・須藤敏明

●**写真協力**――宇宙科学研究所・東京大学野辺山宇宙電波観測所
斎藤馨児(東京天文台)・香西洋樹(東京天文台)
相島和敏(TBS)・大小島嘉一
ノーポスチ通信・日本経済新聞社・倉嶋正彦

●**協力**――宇宙科学研究所・斎藤馨児(東京天文台)・海部宣男(東京天文台)
株式会社日本映画新社・TBS

●**参考文献**――

斎藤国治・篠沢志津代「明治四三年のハレー彗星についての調査」東京天文台報第一六巻第四冊
長谷川一郎「星空のトラベラー」誠文堂新光社
富田弘一郎「彗星の話」岩波新書
斎藤馨児「彗星―その実像をさぐる」講談社ブルーバックス
藪下信編「彗星と星間物質」地人書館
斉田博「宇宙の挑戦者」河出書房新社アストロ・ライブラリー
広瀬秀雄ほか「彗星を追う」地人新書

ハレー彗星の科学
—星空のパスワーク—

新潮文庫 草338＝1



昭和五十九年三月十五日 印刷
昭和五十九年三月二十五日 発行

著者 的川泰宣
企画編集協力 INO企画

発行者 佐藤亮一

発行所 株式会社 新潮社
郵便番号 一六二
東京都新宿区矢来町七一
電話 業務部(〇三)二六六—五一一一
編集部(〇三)二六六—五四四〇
振替 東京四—八〇八番

定価はカバーに表示してあります。

乱丁・落丁本は、ご面倒ですが小社通信係宛ご送付ください。送料小社負担にてお取替えいたします。

印刷・株式会社光邦 製本・憲専堂製本株式会社

ISBN4-10-133801-9 C0144